



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA  
CONFIABILIDAD DE LA EXCAVADORA CAT-336D2L EN LA EMPRESA  
SEÑOR DE POMALLUCAY, JANGAS, 2018**

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

#### **AUTORES**

**AMADO ALBORNOZ LUIS ANTONIO**

**CAMPOS PALACIOS YONER RAÚL**

#### **ASESOR**

**MG. GUEVARA CHINCHAYAN ROBERT FABIÁN**

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**SISTEMA DE GESTIÓN Y PRODUCTIVIDAD**

**HUARAZ-PERU**

**2018**

**ACTA N°383 – 2018 -EII/UCV-CH**

El Jurado encargado de evaluar la tesis denominada "PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LA EXCAVADORA CAT-336D2L EN LA EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY, JANGAS 2018", presentada por los estudiantes CAMPOS PALACIOS YONER RAUL y AMADO ALBORNOZ LUIS ANTONIO, reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por los estudiantes, otorgándoles el calificativo de:

NOTA: 15 (Número) quince (Letras).

Por lo tanto, el estudiante aprueba por unanimidad

Huaraz, Lunes, 03 de Diciembre de 2018

  
.....  
MS. GRACIA ISABEL GALARRETA OLIVEROS  
PRESIDENTE  
.....  
Mg. DAZA VEROARAY ALFREDO  
SECRETARIO  
.....  
Ms. GUEVARA CHINCHAYAN ROBERT FABIAN  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

La presente tesis le dedico primero a Dios por derramar muchas bendiciones para concluir este proceso tan esperado. En seguida y muy especial dedico a mis padres a doña Teófila Albornoz Espinoza y Don Baudilio Amado Ramírez y mis hermanos.

Amado Albornoz Luis Antonio

A Dios por acompañarme siempre e iluminarme en este camino de cumplir mis metas y objetivos. A mis Padres que son el eje fundamental de lo que hoy estoy logrando y el apoyo incondicional en todo momento.

Campos Palacios Yoner Raúl

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por darme la fortaleza y sabiduría, a mis padres, a mis hermanos los cuales siempre fueron primeros en apoyarme.

Agradecer a la Universidad César Vallejo por haberme permitido formarme como profesional, a la directora de la Facultad de Ingeniería Industrial Mg. Galarreta Oliveros Gracia por su exigencia y palabras alentadoras, al Mg. Guevara Chinchayan Robert por su enseñanza y dedicación, al Mg Daza Vergaray Alfredo por su guía y enseñanza, a todas aquellas personas de alguna forma directa o indirecta me ayudaron para la realización de esta tesis.

Amado Albornoz Luis Antonio

A Dios por guiarme en mis pasos a cumplir mis objetivos, a mis padres por el apoyo constante y la motivación, a mis Hermanos por su apoyo en esta etapa profesional y así ser el ejemplo para ellos.

Agradecer al Mg Daza Vergaray Alfredo por ser el guía durante el desarrollo del presente trabajo de investigación y al Mg Guevara Chinchayan Robert por el tiempo brindado y guía en este trabajo y a la empresa Señor de Pomallucay por haberme brindado la información para el desarrollo del presente trabajo.

Campos Palacios Yoner Raúl



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Amado Albornoz, Luis Antonio identificado con DNI N° 47068652 y Campos Palacios, Yoner Raúl identificado con DNI N° 45914574, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Huaraz, Diciembre de 2018.



Amado Albornoz Luis Antonio



Campos Palacios Yoner Raúl

## **PRESENTACION**

Señores miembros del Jurado, presentamos ante ustedes la Tesis titulada PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LA EXCAVADORA CAT-336D2L EN LA EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY, JANGAS, 2018, con la finalidad de cumplir con los requisitos para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

Esperamos que esta Tesis cumpla con los criterios evaluativos y esta manera obtener su aprobación.

Huaraz, diciembre de 2018

## INDICE

<b>ACTA DE APROBACION DE LA TESIS</b>	<b>_____</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	_____	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b>	_____	iv
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD</b>	_____	v
<b>PRESENTACION</b>	_____	vi
<b>INDICE</b>	_____	vii
<b>RESUMEN</b>	_____	xiii
<b>ABSTRACT</b>	_____	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	_____	<b>15</b>
1.1. Realidad problemática	_____	15
1.2. Trabajos Previos	_____	21
1.3. Teorías Relacionadas al Tema	_____	26
1.4 Formulación al Problema	_____	36
1.5 Justificación del Estudio	_____	37
1.6 Hipótesis	_____	37
1.7 Objetivos	_____	38
<b>II. MÉTODO</b>	_____	<b>40</b>
2.1. Diseño de investigación	_____	40
2.2. Variables, Operacionalización	_____	42
2.3. Población y Muestra	_____	43
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	_____	44
2.5. Métodos y análisis de datos	_____	46
2.6. Aspectos éticos	_____	47

### III. RESULTADOS 48

3.1. Diagnosticar el estado inicial de criticidad de la Excavadora Cat-336D2L en la empresa señor de Pomallucay, Jangas, 2018	50
3.1.1. Resumen del informe técnico 2017	50
3.1.2. Criticidad inicial de la Excavadora Cat-336D2L	51
3.2. Evaluar la confiabilidad de la excavadora cat-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la Empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	53
3.2.1. Estadística de la falla del año 2017	53
3.2.2. Reporte de Mantenibilidad inicial	55
3.2.2.1. Tiempo promedio de reparación de falla	57
3.2.3. Reporte de Fiabilidad inicial	57
3.2.3.1. Tiempo promedio de reparación entre fallas	58
3.2.3.2 Confiabilidad mediante cálculo	58
3.2.3.3 Confiabilidad por mes antes del estudio	58
3.3 Diseñar plan de mantenimiento preventivo para la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	59
3.3.1. Diseño del plan de mantenimiento preventivo	59
3.3.2. Diseño de actividades programadas del plan mantenimiento preventivo	61
3.3.3. Diseño de horas programadas del plan de mantenimiento preventivo	63
3.3.4. Diseño de costos programados del plan de mantenimiento preventivo	65
3.3.4.1 Indicador de cumplimiento de actividades después de aplicar el plan de mantenimiento	68
3.3.4.2. Indicador de cumplimiento de las horas programadas después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo	69
3.5. Determinar el incremento de la confiabilidad de la Excavadora Cat-336D2L después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la Empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	70
3.5.1. Recolección de datos después de implementación del plan	70
3.5.2. Resumen de falla después de implementación del plan	70
3.5.3. Reporte de Mantenibilidad después del plan	71
3.5.3.1. Tiempo Promedio para Reparar fallas	72
3.5.4. Reporte de fiabilidad después del plan	73

3.5.4.1. Tiempo Promedio para Reparar Entre Fallas	74
3.5.4.2. Confiabilidad mediante cálculo	74
3.5.4.3 Confiabilidad por mes después del estudio	74
3.5.5. Comparación de confiabilidad antes y después del estudio	75
<b>3.6. Análisis inferencial</b>	<b>77</b>
3.6.1. Análisis de hipótesis General	77
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	<b>79</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>82</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>83</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>88</b>

## INDICE DE ECUACIÓN

Ecuación 01: Cálculo de Confiabilidad .....	32
Ecuación 02: Cálculo de Mantenibilidad.....	33
Ecuación 03: Cálculo de Fiabilidad.....	33
Ecuación 04: Cumplimiento de actividades realizadas de mantenimiento preventivo .....	68
Ecuación 05: Cumplimiento de horas de mantenimiento preventivo.....	69

## INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Matriz de Criticidad .....	34
Tabla 02: Rango de determinación de criticidad .....	35
Tabla 03: Criterio de puntuación frecuencia y consecuencia .....	35
Tabla 04: Variables, Operacionalización.....	42
Tabla 05: Técnicas e instrumentos de datos, validez y confiabilidad .....	44
Tabla 06: Validez y confiabilidad de instrumentos .....	46
Tabla 07: Análisis de datos.....	46
Tabla 08: Resumen de número de falla del 2017 .....	50
Tabla 09: Análisis de criticidad inicial de la excavadora CAT-336D2L .....	52
Tabla 10: Estadística de falla.....	53
Tabla 11: Reporte de Mantenibilidad 2017 .....	55
Tabla 12: Resumen de reporte de mantenibilidad .....	56
Tabla 13: Reporte de Fiabilidad 2017 .....	57
Tabla 14: Resumen de reporte fiabilidad.....	57
Tabla 15: Confiabilidad por mes antes del estudio.....	58
Tabla 16: Plan de mantenimiento preventivo para la excavadora .....	59
Tabla 17: Distribución de actividades de mantenimiento preventivo .....	61
Tabla 18: Distribución de horas para realizar el mantenimiento preventivo.....	63
Tabla 19: Distribución de costo de mantenimiento preventivo .....	65
Tabla 20: Cumplimiento de Actividades .....	68
Tabla 21: Cumplimiento de horas programadas.....	69
Tabla 22: Resumen de número de parada y falla en 2018.....	70
Tabla 23: Reporte de Mantenibilidad 2018 .....	71
Tabla 24: Resumen de reporte de mantenibilidad .....	72

Tabla 25: Reporte de fiabilidad 2018 .....	73
Tabla 26: Resumen de reporte de fiabilidad.....	73
Tabla 27: Confiabilidad por mes después del estudio .....	74
Tabla 28: Comparación de resultados de confiabilidad por mes.....	75
Tabla 29: Comparación de resultados de confiabilidad por año .....	76
Tabla 30: Prueba de Normalidad .....	77
Tabla 31: Prueba Estadístico- T Student .....	78

## **ÍNDICE DE FIGURA**

Figura 1: Diagrama de flujo de mantenimiento de la empresa.....	49
---	----

## **INDICE DE GRÁFICA**

Gráfico 01: Diseño pre-experimental .....	40
Gráfico 02: Resumen de número de falla 2017 .....	51
Gráfico 03: Resumen de número de parada y falla en 2018.....	70
Gráfica 04: Confiabilidad 2017 .....	75
Gráfica 05: Confiabilidad 2019 .....	76
Gráfico 06: Comparación de resultados de confiabilidad por año .....	76

## **INDICE DE ANEXO**

Anexo N° 01: Estadística de Maquinaria Pesada Operativa de las Municipalidades, 2015 y 2016.....	88
Anexo N° 02: Estadística de Municipalidades que tienen maquinaria pesada operativa, según departamento, 2016 .....	88
Anexo N° 03: Excavadora Cat-336D2L.....	89
Anexo N° 04: Tabla de costo de mantenimiento preventivo y correctivo .....	90
Anexo N° 05: Cumplimiento de actividades programadas y horas programadas .....	91
Anexo N° 06: Informe Técnico .....	92
Anexo N° 07: Análisis de Criticidad .....	93
Anexo N° 08: Reporte de Mantenibilidad .....	94
Anexo N° 09: Reporte de Fiabilidad .....	95

Anexo N° 10: Informe Técnico de mes de Julio del 2017-parada I .....	96
Anexo N° 11: Informe Técnico de mes de Julio del 2017-parada II.....	97
Anexo N° 12: Informe Técnico de mes de Agosto 2017-parada I .....	98
Anexo N° 13: Informe Técnico de mes de Agosto del 2017-parada II.....	99
Anexo N° 14: Informe Técnico de mes de Setiembre de 2017-parada I.....	100
Anexo N° 15: Informe Técnico de mes de Octubre 2017-parada .....	101
Anexo N° 16: Informe Técnico de mes de Noviembre 2017-parada I.....	102
Anexo N° 17: Informe Técnico de mes de Noviembre del 2017-parada II.....	103
Anexo N° 18: Informe Técnico de mes de Diciembre del 2017-Parada I.....	104
Anexo N° 19: Informe Técnico de mes de Abril 2018-parada I .....	105
Anexo N° 20: Informe Técnico de mes de Mayo del 2018-parada I.....	106
Anexo N° 21: Informe Técnico de mes de Junio del 2018-parada I .....	107
Anexo N° 22: Informe Técnico d emes de Julio del 2018-parada I .....	108
Anexo N° 23: Informe Técnico d emes de Agosto del 2018-parada I .....	109
Anexo N° 24: Informe Técnico de mes de Setiembre del 2018-parada I.....	110
Anexo N° 25: Matriz de Consistencia .....	111



## RESUMEN

La importancia de la siguiente tesis radica en función preventiva para incrementar la confiabilidad de la maquinaria pesada, minimizar la existencia de las fallas y evitar los desgastes de la pieza, lo que incide una pérdida económica significativa. La investigación tiene por objetivo implementar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018. La tesis comenzó con el diagnóstico de criticidad de la maquina pesada, para tal caso se recolecto datos en un periodo de 6 meses empleando informe técnico como instrumento de recolección de datos, posteriormente se evaluó la confiabilidad de la excavadora antes de aplicar el plan por medio de cálculos de Tiempo Promedio de Reparación de Fallas (TPRF) y el Tiempo Promedio Entre Fallas (TPEF), una vez determinado la confiabilidad y analizado la criticidad se diseñó el plan de mantenimiento preventivo y se aplicó durante 6 meses, seguidamente se volvió a determinar la confiabilidad después del estudio.

Los resultados de la confiabilidad de dicha máquina mediante los cálculos (TPRF) y (TPEF), antes del estudio fue de 87.9% y después del estudio 94.5% y fue analizado mediante el estadístico T-Student encontrando una significancia de confiabilidad de  $0,046 < \alpha$  0.05, quedando demostrado y confirmado como significativo el incremento de la confiabilidad.

**Palabras clave:** Mantenimiento preventivo, confiabilidad, mantenibilidad, criticidad.

## ABSTRACT

The importance of the following thesis lies in preventive function to increase the reliability of heavy machinery, minimize the existence of shortcomings and prevent wear of the piece, which affects a significant economic loss. The research aims to implement a preventive maintenance plan to increase the reliability of the excavator CAT-336D2L in the company, Señor de Pomallucay, Jangas, 2018. The thesis began with the diagnosis of criticality of the heavy machine, for this case is collected data over a period of 6 months using technical report as a tool for data collection, subsequently assessed the reliability of the excavator before applying the plan by means of calculations of average time of fault repair (TPRF) and the average time between failures (TPEF), once determined reliability and analyzed the criticality is designed the plan of preventive maintenance and applied for 6 months, then He turned to determine reliability after the study.

The results of the reliability of the machine by means of calculations (TPRF) and (TPEF), before the study was 87.9% and after the study 94.5% and was analyzed using T-Student statistical finding significance of reliability of  $0,046 < \text{than alpha } 0.05$ , being demonstrated and confirmed as significant reliability increased.

**Keywords:** preventive maintenance, reliability, maintainability, criticality.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La importancia del presente tesis es para darle la solución a los problemas que acarrea a la maquinaria de la empresa Señor de Pomallucay, paradas, baja productividad, incumplimiento de trabajos programados, costos de mantenimiento, son algunos de las complicaciones que inciden en su proceso de trabajo de la máquina, por ello, este proyecto es de vital importancia, ya que, al realizar el plan de mantenimiento preventivo no solamente va a mejorar lo mencionado si no también la confiabilidad operacional de la maquinaria y el buen funcionamiento para poder optimizar la producción y la calidad de servicio.

Para poder lucrar en el mercado hoy en día las empresas aspiraran ofrecer una calidad óptima a un precio bajo, por tanto, les interesa minimizar costes en todo lo que sea posible. Por ende, la implementación y una buena gestión del mantenimiento preventivo sea lo que marque la diferencia con el resto de las empresas o que permita al menos estar al nivel de los demás. Será gracias a este programa posible aproximarse a las tan ansiadas metas de “cero averías” y “cero defectos”, en el proceso de trabajo de las máquinas, que claramente van a repercutir en los beneficios de la empresa.

### **1.1. Realidad problemática**

Resaltando en lo internacional para Olarte y Botero (2010), con la globalización de los mercados, las empresas del mundo se han visto obligadas a cumplir estándares internacionales de calidad que les permitan ser competitivos a nivel regional, nacional e internacional. Por lo tanto, todas las organizaciones que quieren demostrar la calidad de los productos y servicios deben estar certificadas de conformidad con los requisitos de la ISO 9001. Para cumplir con los requisitos de esta norma, es esencial que las empresas tengan un plan de mantenimiento adecuado, el mantenimiento comenzó a ganar importancia a partir de la década de 1930, cuando Henry Ford implementó un área en su empresa para la reparación de equipos pertenecientes a sus sistemas de producción. A lo largo de los años, los emprendedores entendieron la importancia del buen funcionamiento de los equipos que participan en los sistemas de producción con relación a los beneficios de sus organizaciones. Por lo tanto, invertir algunos de sus recursos es para mejorar el área de mantenimiento mediante el empleo de personal altamente calificado para planificar la prevención y resolución de problemas que les permita garantizar un

funcionamiento óptimo del proceso de producción para facilitar esto, el éxito del sistema de gestión evita pérdidas en materias primas y paradas de producción (p.354).

Según Calvo y otros (2011), El manejo de equipos en Japón ha evolucionado desde la prevención hasta el mantenimiento productivo, pero en los Estados Unidos, la administración de equipos se realizó en actividades realizadas en todo el departamento de mantenimiento. Siendo ese el caso, nunca fue muy exitoso en alcanzar las cero averías y los cero defectos. Fruto de eso se desarrolla en Japón Mantenimiento Productivo Total que es una mejora del mantenimiento preventivo americano (p.2).

Un caso presentado según un estudio realizado por grupo (SEAS), España, (2012). Cuando la política de la compañía se basa en el mantenimiento correctivo, una empresa de procesamiento de existencias contó hace unos 25 años con una flota de máquinas de un total de 55 unidades. Esto fue controlado por un total de 40 operadores (torneros, fresadoras, ajustadores) y había un total de 2 trabajadores especializados destinados a corregir. Cada vez que ocurría un error, se reparaba. El costo fue alto desde que la producción se desaceleró y, a veces, llegó a un punto muerto debido a fallas o averías en maquinaria crítica. Eso misma empresa, cuando política fue cambiada al mantenimiento preventivo aumento la productividad a un 400% y se hizo imprescindible la instalación de maquinaria de control numérico y línea de montaje automatizadas. La empresa cuenta con 10 operarios cualificados (programadores CNC torneros / fresadores), 2 ajustadores y 3 operarios de mantenimiento, los cuales establecieron una política de preventivo, al mismo tiempo que ejecutan las tareas de correctivo (bien sea programado o residual). Los costes totales se redujeron drásticamente a comparación con la política anterior. (p.18, 19).

Aquí claramente se ve cuáles son los beneficios que se obtienen cuando hay una política concreta y bien desarrollada en una empresa y cuáles son las desventajas cuando no se desarrolla una política bien definida.

Resaltando a nivel nacional, en nuestro país en plan de mantenimiento preventivo a pesar de que ha ido evolucionando, aún no está consolidado como una actividad primordial a excepción por algunas empresas, hoy en día cada empresa define sus políticas o procedimientos de mantenimiento preventivo de acuerdo a su

conveniencia que les permite controlar sus equipos, sistemas o instalaciones. Muchas empresas del país se aferran al mantenimiento correctivo; lo ven como una actividad normal a pesar de gastos muy elevados, por lo general los equipos operan hasta presentar fallas y así quedan inoperativas por un tiempo prolongado o incluso llegan a paralizarse por completo perjudicando a la empresa. Por ello, el Perú está por debajo de algunos países de Sudamérica como se puede mencionar a Brasil que es la potencia en Latinoamérica y Chile. Estos países han desarrollado políticas de mantenimiento que les ha permitido alcanzar mejores niveles de productividad. Por eso en Perú para conseguir mayor eficiencia en los procesos de trabajo, se debe desarrollar un plan de mantenimiento preventivo y soluciones como parte de una mejora y consolidarlo.

Según el INEI (2016), El número de excavadoras aumentó en un 8,4%, la retroexcavadora en el 2,0%, la motoniveladora en el 1,7% y los tractores agrícolas en el 1,4% con respecto al año anterior. Por otro lado, el número de compactadores de suelo disminuyó un 15,3% con relación al año 2015; Los cargadores frontales y los tractores de orugas también disminuyeron el 6,7% y el 5,9%, respectivamente. En lo que se refiere municipios con maquinaria pesada operativa, 836 (64,0%), municipios cuentan con 1 mil 69 cargadores frontales, 613 (46,9%) concentran 810 tractores de oruga, 513 (39,3%) concentran 658 motoniveladoras, 443 (33,9%) disponen de 505 retroexcavadoras, 353 (27,0%) tienen 735 tractores agrícolas, 216 (16,5%) cuentan con unas 710 compactadoras del suelo y 205 (15,7%) municipios disponen de 232 excavadoras. (Capítulo 4 – p 32). **Ver anexo n° 01**

Según el INEI (2016), Señala que 1 mil 306 municipalidades en el país tienen al menos una maquinaria pesada operativa para la construcción, rehabilitación vial y mantenimiento preventivos para fenómenos climáticos y/o tareas de limpieza pública. Se observa que los departamentos con el mayor número de maquinaria pesada operativa son Cuzco con 746 maquinarias, Puno con 557 y Cajamarca con 359. En el año 2016 del total de municipios con maquinaria pesada, el 100% de los municipios del departamento del Pasco y Tacna, poseen un tipo de maquinaria pesada operativo, seguido por los departamentos de Puno con 99,1%, Cuzco con 98,1% y la provincia de Lima con 97.1%. (Capítulo 4-p 31). **Ver anexo n° 02**

Lo que observamos de nuestra visión, no se logra globalizar el uso de equipos pesados en nuestro país, y estas circunstancias se dan por la ausencia de programas y sistemas del mantenimiento para la buena operatividad. En tal sentido en vez de contribuir estas máquinas al avance y prosperidad en los trabajos; ocasionando grandes retrasos y pérdidas económicas en la solución de fallas, por lo que numerosos instituciones y empresas prefieren realizar trabajos tan solo con personal.

Un caso presentado según Ángulo (2017), En la empresa central hidroeléctrica Cahua-Lima, no está alcanzando valores objetivos de confiabilidad que son establecidos por operaciones de gestión para la expedición de energía debido a la aplicación inadecuada de la estrategia de mantenimiento preventivo. Hay una necesidad de resolver el problema a tiempo para la inspección de las unidades generadoras de la planta debido a fallas y anomalías que están presentando para su uso continuado, de modo que los subsistemas que afectan la confiabilidad se ha identificado. (p.19)

También otro caso similar según Cerrón (2016), la confiabilidad en la ciudad de Cajamarquilla-Lima, en la empresa de refinería Cajamarquilla S.A. Esta compañía tiene una serie de máquinas entre las cuales se encuentran: Transportadores de rastras para entregar calcinados, elevador de cangilones para alimentar los silos del almacenamiento de calcinado, filtro de manga, ventilador, chimenea para proporcionar ventilación a los elevadores de cangilones de los silos de almacenamiento, tolvas de calcina y silos de almacenamiento. Debido a fallas continuas y en gran parte inesperadas principalmente por los transportadores de rastras y elevadores de cangilones la refinería Votorantim Metais - Cajamarquilla pidió que la empresa Skanska del Perú de implementación de mantenimiento centrado a la confiabilidad para superar los inconvenientes, debido a la poca disponibilidad muchas veces, estas máquinas se encontraron con valores inferiores al 95% que, según las especificaciones técnicas, no eran apropiadas. Skanska del Perú empresa proveedor de varios servicios de implementar el mantenimiento centrado a la confiabilidad para corregir los problemas arriba mencionados, como observado que tenía que ver con la superación de los valores de disponibilidad de los elevadores de cangilones máquinas importantes para la operación correspondiente al almacenamiento y distribución de operación de calcinación para la operación de

lixiviación, por ese prestó interés se dio los factores y paradas inesperadas de dichas máquinas. (p.20).

Resaltando a nivel local, en la región de Huaraz las empresas mayormente practican el tipo de mantenimiento que requiere su interés, en la gran parte de nuestra región practican el mantenimiento correctivo y un porcentaje de la población empresarial el mantenimiento preventivo, casi siempre hacen el mismo procedimiento cómo, lubricación, ajustes, cambios de repuestos, limpieza etc. Como se sabe en Huaraz hay empresas pequeñas por lo que la mayoría no quieren invertir en un plan de mantenimiento preventivo sabiendo que a mediano o largo plazo esta inversión genera ganancia y permite crecer empresarialmente, muchas de estas pequeñas empresas son de metalmecánica, automotriz, carpintería metálica, alquiler de maquinarias pesada. Cabe mencionar que Huaraz es una ciudad donde prima la minería por lo que muchas empresas adquieren maquinarias pesadas, la minería es una de las principales fuentes de vida y un trabajo rentable, prestar servicios a la minería con maquinarias pesadas es un trabajo jugoso que mayor ingreso da a los empresarios, pero sin embargo estas empresas no cuentan con un plan de mantenimiento para cuidar de sus maquinarias en condiciones óptimas.

La empresa Señor de Pomallucay, es una de las empresas de la región que vienen luchando cada día a base de trabajo y buscan mejorar su imagen empresarial, desde sus inicios se sienten un socio estratégico de sus clientes, cada año optan por el financiamiento bancario para adquirir vehículos y maquinarias de las más prestigiosas marcas reconocidas a nivel mundial con el fin de garantizar los altos niveles de productividad y ofrecer un servicio confiable y seguro, hoy en día dicha empresa cuenta con distintas maquinarias pesadas trabajando en distintas mineras, cuenta con unidades pesadas como tales, Excavadora 340D2L, Excavadora CAT-374FL, Excavadora CAT-330DL, Excavadora CAT-330FL, Excavadora CAT-335FL, Excavadora CAT-320E, Excavadora CAT-336D2L, Excavadora CAT-336DL, Excavadora CAT-320BL, Excavadora CAT-320CL. Los servicios brindados a clientes principales son Minera Barrick, Minera Pacha Paqui, Gobierno Regional de Ancash, Skansa del Perú, Conalvias en proyecto de construcción, minería, movimiento de tierras la cual implica un trabajo arduo de sus maquinarias pesadas y

están expuestos a la tierra, roca, lodo, polvo, el clima y otros factores, lo cual esta empresa no es ajeno a los problemas de falla que presentan sus maquinarias pesadas debido al trabajo pesado que realizan. El problema principal en la empresa son las fallas que presentan las maquinarias excavadoras por la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo para intervenir anticipadamente, las fallas presentadas son el resultado a la intervención tardía de mantenimiento, quiere decir no están realizando el mantenimiento preventivo como indica las especificaciones técnicas de la máquina, y las fallas cada vez son mayores y el resultado a raíz de dicho incidente genera paradas y posteriormente incumplimiento de actividades programadas en la ejecución de obras u otros actividades.

La excavadora es una maquina autopropulsada sobre sistemas neumáticos con un diseño capaz de dar vueltas los 360° en ambos sentidos, esta máquina es operado por un operario con escasa conocimiento de la mecánica lo ideal es contar con uno personal capacitado. El proceso de trabajo de la máquina es sumamente abrumador ya que realiza trabajos fatigosos y las fallas no tardan en llegar. Su principal función de la excavadora es excavar o mover terreno luego procede a cargar desmontes al volquete, así mismo elevar pesadas rocas y minerales mediante maniobra de su cuchara lo cual está formada por otros sistemas que acompañan como es la pluma y brazo o llamada también balancín esta maniobra es aplicada mediante la hidráulica. Esta máquina en mucho de los casos necesita de un personal calificado para efectuar inspección o verificar las fallas, para informar al empresario y tomar medidas preventivas con tiempo. El problema general se ha visto específicamente en el brazo hidráulico, este parte es el principal sistema de una excavadora para ejercer el trabajo; por lo tanto todo el trabajo ejercido o la fuerza que aplica durante el trabajo se centra en brazo, pluma y el cucharón, al realizar el trabajo el sistema hidráulica de brazo ocasiona las siguientes fallas, el calentamiento enorme de combustión interna del motor, a causa de ello el movimiento de la maquina disminuye permanentemente o gradualmente y poca capacidad de carga en el brazo. También fallas en transmisiones hidráulicas por falta de un adecuado suministro de aceite, rueda de guía, desgaste de cucharón, uña etc. **Ver anexo N° 03**



Se observó además la planificación solamente para hacer la lubricación de algunos componentes y el cambio de aceite lo cual no es suficientemente para mantener en funcionamiento y disminuir las fallas que presenta la maquinaria. Por otro lado, también se observó que la empresa aplica el método tradicional que es el mantenimiento correctivo de corregir problemas cuando ya ocurrió, cambio de repuestos, ajustes, limpieza etc., lo cual no es idóneo o efectivo para garantizar la conservación de máquinas. Debido todos estos problemas como se vino mencionando arriba, se dan retardaciones, despilfarro económico, baja calidad de servicio, retraso de obras y el incumplimiento del contrato, etc.

Se observó también el problema en conseguir repuestos debido a que en la región hay dos concesionarios de repuestos de diferentes marcas de maquinarias pesadas, pero el costo que ofrecen es muy cuantioso para su adquisición, por este motivo se hace pedidos o buscan proveedores de Lima generando otro dilema, muchas veces los repuestos no llegan en un tiempo oportuno, o en peor de los casos se espera una semana o más tiempo dependiendo del momento de pedido y estos percances da como resultado prórroga de tiempo por esperar y la desconfianza de los clientes. Por ello la empresa busca una manera de cómo solucionar todo el incidente mencionado a través de un plan de mantenimiento preventivo donde todas las actividades serán programadas y ordenadas para así anticipar y prevenir las posibles fallas que puede ocasionar consecuencias a lo largo de la ejecución de un trabajo o proyectos ya sea excavaciones, demolición de suelo, obras públicas, carreteras u otros trabajos del mismo índole.

A raíz de problemas encontrados en la empresa y mencionado detalladamente se planteó la siguiente pregunta para poder darle la solución y mejorar la situación presente de la empresa de la siguiente manera *¿En qué medida el plan de mantenimiento preventivo incrementará la confiabilidad de Excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?*

## **1.2. Trabajos Previos**

Según Ángulo (2017), en su tesis titulada “Propuesta de modificación de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los grupos de generadores de la central Hidroeléctrica Cahua”. Tesis para bachiller. Cuyo objetivo fue proponer

la modificación de la gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad en la central hidroeléctrica. El método empleado fue método deductivo para analizar qué tipos de interrupciones son los que afectan a los subsistemas de los grupos generadores haciendo que la confiabilidad no alcance los valores de meta e inductivo para proponer el plan de mantenimiento preventivo de los componentes críticos. El estudio reveló que la propuesta de modificación de gestión de mantenimiento preventivo aumenta la confiabilidad de 23% a 55% para el grupo 1 que fue analizado mediante el estadístico de T de Student, que validó dicha diferencia como significativa. La propuesta de modificación de gestión de mantenimiento preventivo aumenta la confiabilidad de 28% a 60% para el grupo 2 que fue analizado mediante el estadístico de T Student, que validó dicha diferencia como significativa. La propuesta de modificación de gestión de mantenimiento preventivo aumenta la confiabilidad promedio de 25% a 58% de la central hidroeléctrica Cahua, que por inferencia de la prueba específica 1 y 2 se acepta la hipótesis general. Aporte de esta tesis, es que la modificación del plan de mantenimiento preventivo en los grupos generadores alcanzó los índices de confiabilidad ya que antes se encontraba en un rango bajo en los grupos 1 y 2 respectivamente y con la modificación del plan de mantenimiento preventivo logró alcanzar una mejora en la confiabilidad de los generadores de la central hidroeléctrica Cahua.

Buelvas y Martínez (2014), en su tesis titulada “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L”. Tesis de grado. Cuyo objetivo fue, elaborar un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la flota de vehículos tractores camiones de una empresa de transporte para mejorar su desempeño operacional, sin descuidar la seguridad y procurando minimizar el impacto ambiental. El método aplicado está basado en la descripción minuciosa de la manera como se opera la empresa a través del diferente periodo con el fin de alcanzar su buen funcionamiento. El estudio reveló que un periodo de prueba de algunas de las actividades del plan, se han tenido registros de mejora de la disponibilidad, de un 9% en un promedio de tres meses, lo que evidencia la efectividad de la propuesta que se está trabajando. Se recuerda que los planes de mantenimiento se deben ajustar según la evolución que se observe, teniendo en cuenta que cada actividad propuesta requiere un tiempo de gracia para mostrar los resultados esperados. Las contribuciones de esta tesis a través del Plan de

Mantenimiento Preventivo son que se obtuvo el registro de la mejora de la disponibilidad de flota de vehículos durante un período de 3 meses que muestra la efectividad de esta propuesta de mantenimiento y la aplicación de la actividad propuesta requiere un tiempo de gracia para mostrar los resultados.

Cerrón (2016), en su investigación “Influencia del RCM en la disponibilidad de los elevadores de cangilones de la refinería Votorantim Metais-Cajamarquilla S.A.” Tesis para optar título. Cuyo objetivo fue determinar la influencia de la implementación del RCM en la disponibilidad de los elevadores de cangilones de la Refinería Votorantim Metais- Cajamarquilla S.A. El método utilizado fue empírico (observación, medición) y el método teórico (problema e hipótesis de investigación) ya que estos métodos nunca están separados. El estudio reveló que antes de la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, RCM los valores de disponibilidad mensual de los elevadores de cangilones EC2358 y EC2359 se encontraban entre el 93.84% y el 94.96% para ambos casos, para el elevador EC2360 dicha disponibilidad vario entre 95.66% y 96.65%, y finalmente para el elevador EC2361 se registró valores de disponibilidad entre 95.52% y el 96.65%; lo que indica que solo las mejoras en ciertas actividades de mantenimiento no en todos los casos ha permitido superar el valor de 95% que es lo apropiado según las especificaciones técnicas de estas máquinas. Después de la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, RCM valores de disponibilidad mensual variaron entre el 96.08% y el 96.06 para el elevador EC2358; entre 96.36% y el 96.63% para el elevador EC2359; entre 97.49% para el elevador EC2361; lo que indica que con la implementación del RCM, en todos los casos ha permitido superar valor del 95% que es lo apropiado según las especificaciones técnicas de esta máquina. La contribución de la tesis, permitió la mejora con la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad, RCM los valores de la disponibilidad mensual de los elevadores de los baldes EC2358 y EC2359 fueron rango normal para ambos casos, para el elevador EC2360 la disponibilidad varió con una mejora y, finalmente, para el ascensor EC2361 se registraron buenos valores de disponibilidad; lo que indica que sólo las mejoras en ciertas actividades de mantenimiento.

Guevara y Tapia (2015), en su investigación “Propuesta de un plan de mantenimiento total para la maquina pesada en la empresa Ángeles-Proyecto minero la granja”. Tesis

para optar título. Cuyo objetivo fue formular un plan de mantenimiento total para la maquinaria pesada en la Empresa Ángeles-Proyecto Minero La Granja. El método empleado fue no experimental-Descriptiva-Transversal y de tipo aplicada. El estudio reveló que, según los indicadores de gestión de mantenimiento, la flota de maquinaria pesada de la empresa Los ángeles, tienen una disponibilidad y rendimiento que oscilan entre los 97.08% y 99.965 y un nivel de confiabilidad del 94%, considerando que las unidades son relativamente nuevas, se involucraría la participación del personal profesional- técnico capacitado y actualizado permanentemente. El aporte de la de tesis, es que con la aplicación del plan de mantenimiento se logra un nivel de confiabilidad óptimo de la maquina en la empresa los Ángeles, teniendo en cuenta personales profesionales con formación técnica y capacitado.

Jiménez y Patiño (2017), en su investigación, Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en línea piloto en la compañía nacional de chocolates S.A. Tesis para optar título. Cuyo objetivo fue formular una propuesta metodológica de mantenimiento centrado en la confiabilidad aplicada a los sistemas, equipos y dispositivos de la línea piloto o líneas 3 y 4 de la compañía, que permita determinar y facilitar las actividades o estrategias de mantenimiento adecuadas en cuanto a tiempos, eficiencia y costos. El método empleado fue descrita y compuesta, descrita por el diagnostico en el cual se especificarán cada uno de los aspectos que actualmente se encuentra en la compañía y compuesta por la propuesta que relacionara los aspectos de mejora a proponer, conforme a los mencionado en la primera parte del diagnóstico. El estudio reveló en una de sus conclusiones se siguiente manera al determinar la criticidad de los equipos y realizar el análisis de modo y efecto de falla de cada uno de ellos, se facilita la creación de tareas o estrategias de mantenimiento que permitan prevenir o mitigar la ocurrencia de fallas. La tesis contribuyó que la línea piloto (líneas 3 y 4): mezclador 2, Cavemil cool cooler 3, Cavemil 4, compresor 3, compresor 4 y la prensa de bola, aplicando la propuesta fueron eficaces al momento de realizar trabajos con una mayor confiabilidad operativa, menores costos de mantenimiento en general y una vida más larga.

Según Sánchez (2015), en su investigación, “el mantenimiento preventivo y su influencia en la disponibilidad de la excavadora M322D de la empresa HARSCO,

nuevo Chimbote, año 2014”. Cuyo objetivo fue determinar en medida el mantenimiento preventivo influye en la disponibilidad de la “Excavadora M322D”. El método aplicado fue pre experimental, porque se recopila información para comparar las mediciones de comportamiento de la disponibilidad de la excavadora de la empresa. El estudio revelado en una de sus conclusiones es que la influencia del plan de mantenimiento que involucre las actividades de mantenimiento y las acciones de gestión de la misma, influyen significativamente en el incremento de la disponibilidad de la máquina excavadora M322 de la Empresa HARSCO S.A desde un valor de 69.47 % a 82.25%.

Villegas (2016), en su investigación “propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa MANFER S.R.L. contratistas generales”. Tesis para optar el título. Cuyo objetivo es generar una propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento que permita optimizar el desempeño de la empresa MANFER S.R.L. Contratistas generales. El estudio reveló que una propuesta de gestión que permitirá optimizar el desempeño de la constructora mediante la elevación de la disponibilidad de los equipos desde un 68.27% a un 78.47% lo cual disminuirá sustancialmente los costos de alquiler en S/.198,577.80 en el periodo de 02 años. Además, se implementarán procesos de gestión de mantenimiento y procesos de gestión logística que incrementa la efectividad de la empresa. La contribución de la tesis analizó la gestión actual de MANFER S.R.L. Determinar principalmente la falta de habilidades y capacitación del personal operativo en equipos y, en general, la baja disponibilidad de equipos, lo que afecta directamente la producción y los altos costos de alquiler por año. Se decidió que los planes de mantenimiento no se están siguiendo actualmente, es decir, no han implementado un sistema de mantenimiento preventivo y también hay un mal manejo del mantenimiento correctivo. No hay tareas de mantenimiento, documentos y / o formularios de registro o un oficial de mantenimiento. Se presenta una propuesta de gestión que optimiza el rendimiento de la empresa constructora al aumentar el suministro de equipos, lo que reduce significativamente los costos de alquiler en 2 años. Además, se implementarán procesos de gestión de mantenimiento y procesos de gestión logística que aumentan la eficiencia de la empresa. Se realizó un análisis de costo-beneficio de la propuesta, donde el costo total se determinó originalmente,

más los ahorros durante los dos años, teniendo en cuenta la mayor disponibilidad del equipo.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### **Gestión de mantenimiento**

Según, Parra y Crespo (2012), la gestión del mantenimiento debe alcanzar la alineación de las actividades de mantenimiento de acuerdo con la estrategia definida y eso debe hacerse en los tres niveles de actividad de la empresa: estratégico o de dirección, táctico o de proceso y operacional. (p.3)

Según Pablo y et al. (2013), la administración de mantenimiento no es un proceso aislado, pero es un sistema linealmente dependiente de factores estrictamente relacionados con la gestión de mantenimiento, así como factores internos y externos a la organización. En realidad, la situación más deseable es la integración completa de la administración de mantenimiento en el sistema. Con base en la norma ISO 9001-2008 y en las características reales de las unidades de mantenimiento, se puede establecer un diagrama reconocido como un ciclo de trabajo de mantenimiento. De esta forma, varios aspectos que deben ser considerados al desarrollar e implementar un modelo de gestión de mantenimiento son claramente diferenciados. (parr.5).

#### **Cultura de mantenimiento**

Según SEAS (2012), son aquellos grupos, los tipos o los patrones, que especifica de forma clara y detallada, para que, a través de los cuales el mantenimiento debe ser ejecutada y practicada por una sociedad. (p.105).

#### **Plan de mantenimiento preventivo**

Renovetec (2018), un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programadas, agrupadas o que no siguen ningún tipo de criterio, e incluye una serie de equipos de la planta, que generalmente no es todo. Hay todo un conjunto de equipamientos considerados no posibles de mantenimiento desde el punto de vista preventivo, y en los que es mucho más barato aplicar una política puramente correctiva (use hasta que ella falle).

Según Parra y Crespo (2012), un plan de mantenimiento preventivo permite regular y organizar la revisión de cada uno de los puntos de las instalaciones con

periodicidad. De esta forma, podemos detectar cualquier anomalía antes de que la ruptura ocurra. (p.280)

### **Beneficios del plan de mantenimiento preventivo**

Confiabilidad, los equipos trabajan con mayor seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de operación, el tiempo de inactividad reducido, las paradas de equipos / máquinas, los costos de reparación más bajos. Disminución de las acciones y, por lo tanto, de sus costos, ya que las partes más grandes y más pequeñas se ajustan para el consumo. Uniformidad en la carga de trabajo del personal de mantenimiento debido a un plan de trabajo. Mayor seguridad para los operarios, disminución de accidentes laborales.

### **Programa de mantenimiento**

Es implementar un modelo de mantenimiento donde se muestra de manera clara y ordenada lo que se quiere alcanzar o realizar con dicho modelo en un determinado tiempo utilizando los recursos con los que se cuenta.

### **Mantenimiento**

Según Belén (2011), el mantenimiento puede definirse como el monitoreo constante de las instalaciones (en el caso de una instalación) o componentes (en caso de un producto), así como todas las reparaciones y revisiones necesarias para garantizar el funcionamiento adecuado y las buenas condiciones en un sistema en general. Por lo tanto, el mantenimiento se aplica a instalaciones fijas y móviles en máquinas, para servicios industriales, comerciales o especiales, terrenos a edificios y cualquier otro tipo de buena producción. (p.4)

Para Guerrero (2016), conjunto de técnicas que pretende preservar aparatos e instalaciones para estar en servicio por el mayor tiempo necesario, investigando la más alta confiabilidad y disponibilidad y con el mayor desempeño que ellos son capaces de ofrecer. (p.246)

Según Chounhan (2015), el mantenimiento es ingeniería, una disciplina dedicada a aplicar conceptos para la optimización de equipos, procedimientos y departamentos para lograr una mejor capacidad de mantenimiento y disponibilidad de equipos. (p.10)

Según Matthew (2010), el mantenimiento puede ser definido como todas las actividades necesarias para mantener un sistema y todos sus componentes en operación. Los objetivos de cualquier programa de mantenimiento deben ser mantener la capacidad del sistema y controlar el costo. (p. 3)

### **Objetivos del mantenimiento**

Evita, reduce y, en su caso, repare defectos en los productos. Reduce la gravedad de los errores que no pueden evitarse. Evita la detención inútil o la detención de maquinaria. Evita accidentes, Evita incidentes y aumente la seguridad de las personas. Para preservar los activos productivos en condiciones de operación seguras predeterminadas. Reduce los costos, Alcanza o amplía la vida de los bienes.

### **Tipos de mantenimiento**

#### **Mantenimiento correctivo**

Para Belén (2011), es el conjunto de misiones de reparación y reemplazo de componentes dañados por piezas nuevas cuando ocurre el error. Este sistema es aplicable en sistemas complejos, generalmente componentes electrónicos o donde es imposible predecir errores y procesos que soportan la interrupción en cualquier momento, a menudo al menos en el momento oportuno, simplemente porque en ese momento, va bien a una mayor demanda. Incluso los errores no descubiertos en el tiempo, los cambios ocurrieron en partes que habrían sido de bajo costo, pueden causar daños significativos a otros artículos o piezas relacionadas que se encontraban en buenas condiciones, y la conservación. Otra desventaja de este sistema es que debe tener un capital importante invertido en piezas de repuesto. (p.5).

Según Guerrero (2018), es el conjunto de tareas realizadas en una instalación que tiene como objetivo corregir un error cuando se revela. (p.26).

Por su parte García (2010), es el conjunto de tareas destinadas a corregir los errores presentados en los diferentes equipos y comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de estos. (p.17).

#### **Mantenimiento preventivo**

Según Alpizar (2018), es el conjunto de actividades que se realizan en un equipo, componentes o sistemas, con la finalidad de operar en su máxima eficiencia, evitando la ocurrencia de paradas forzadas o imprevistas. Este sistema requiere un alto grado



de conocimiento y una organización muy eficiente. Se trata del desarrollo de un plan de inspección para los diversos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, seguimiento y ejecución de actividades para descubrir y corregir deficiencias que pueden posteriormente causar daños más graves. (p. 194).

Belén (2018), es el conjunto de actividades programadas con antelación, como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., con el objetivo de reducir la frecuencia y el impacto de las fallas del sistema (p.6).

Para Guerrero (2018), consiste en la realización de las tareas de reparación de reposición antes de que ocurren las averías para dar tiempo de resolverlas sin afectar el servicio y la integridad de la instalación (p.246).

Por su parte García (2010), el mantenimiento tiene la obligación de sostener un cierto nivel de servicio en los equipos, programando las correcciones de sus vulnerables en el momento más propicio" (p.17).

### **Mantenimiento Predictivo**

Según Belén (2011), es el conjunto de actividades de monitoreo y diagnóstico continuo de un sistema, que permiten una inmediata intervención correctiva, como resultado de la detección de cualquier síntoma de fallo. El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de las fallas se producen lenta y anteriormente, en algunos casos, muestran señales claras de una falla futura, ya sea a primera vista, ya sea mediante la monitorización, es decir, la elección, la medición y de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del equipo analizado. Por ejemplo, estos parámetros pueden ser: temperatura, presión, velocidad lineal, velocidad angular, resistencia eléctrica, ruido, vibraciones, rigidez dieléctrica, viscosidad, humedad, impurezas, cenizas en aceites aislantes, el grosor de las hojas, el nivel de un fluido, etc. En otras palabras, con este método, intentamos acompañar la evolución de fallas futuras. Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite tener un registro del historial de la característica bajo análisis, extremadamente útil en el caso de fallas repetitivas; la reparación se puede programar en algunos casos, junto con el apagado programado del equipo y hay menos intervenciones del trabajo en mantenimiento. (p.7).

Según Guerrero (2018), Consiste en evaluar la integridad de cada uno de los elementos, ya sean mecánicos o eléctricos, lo que constituye la instalación actual. (p.35).

### **Mantenimiento productivo total**

Según Belén (2011), este procedimiento está fundamentado a base de norma japonesa del “Mantenimiento al primer nivel”, en que los encargados del mantenimiento deben ejecutar tareas o eventos como: inspección, regulación, sustitución de algunos equipos que se encuentran con indicios de falla, lo que le permitiría la información oportuna al jefe de mantenimiento, para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor sabiendo la causa y así se evitaría los inconvenientes o paros durante el proceso de la empresa. (p.7)

### **Costo de mantenimiento**

Costo de mantenimiento se manifiesta a los gastos generados al momento de efectuar un mantenimiento donde se involucra el coste de compra de materiales, insumos, recursos humanos y otros que intervienen durante la realización de dicha actividad.

Arrendo (2015), el costo se refiere al conjunto de gastos para implementar un programa de mantenimiento preventivo. Son aquellos susceptibles de ser inventariados, así como la materia prima, el trabajo y los costos indirectos necesarios para desarrollar dicho programa. (p.8)

### **Confiabilidad**

Según Bradley (2016), la probabilidad de que un sistema continúe operando durante un determinado período de tiempo, dadas las condiciones operacionales definidas. (p.10)

Arata (2009), la confiabilidad se define como la probabilidad de que un elemento funcione, sin fallos, durante un cierto tiempo bajo condiciones ambientales y ambientales preestablecidas. A partir de la definición anterior, parece que un equipo, en cualquier momento de su vida, puede estar sola en dos estados; en funcionamiento o en fallo (parado), bajo condiciones externas conocidas. Se debe notar que no siempre es simplemente la identificación de los estados operativos y fallas de un dispositivo o sistema. En el caso de equipo o sistema. En el caso de equipos eléctricos y electrónicos, por ejemplo, esta identificación es muy fácil, dadas las características

binarias entre operación y fallas. Por el contrario, en los sistemas mecánicos es más difícil hacer esa diferencia, pues existen estados intermediarios entre fallo y buen funcionamiento que pueden afectar la producción en términos de calidad, cantidad y tiempo. (p.104).

De acuerdo a Matthew (2010), en suma, la confiabilidad es la capacidad de un sistema para ejecutar su función pretendida durante su expectativa de vida útil. En otras palabras, una máquina, componente o producto, a lo largo de su vida útil esperada, debe ser capaz de desempeñar su función en el nivel de capacidad esperado. (p.26)

Ramírez (2009), es probable que un componente o sistema pueda cumplir una función necesaria sin falta en las condiciones establecidas y durante un cierto período de tiempo. De manera más general, la confiabilidad es que los componentes o sistemas pueden realizar su función deseada durante los períodos de tiempo deseados sin errores, en entornos específicos y con la confianza deseada. (p.28).

Según Gonzales (2011), la confiabilidad se define como la expectativa durante cierto período de tiempo que un equipo pueda realizar su función bajo los términos de uso o sin error en un ambiente previamente definida. (p.75).

García (2009-2012), la confiabilidad es un indicador que mide la capacidad de una fábrica para cumplir con el plan de producción planificado. En una instalación industrial, generalmente se refiere al cumplimiento de la producción planificada y generalmente está comprometida con clientes internos o externos. El incumplimiento de este programa de carga puede resultar en sanciones económicas y, por lo tanto, la importancia de medir este valor y tenerlo en cuenta al diseñar la administración de mantenimiento de una instalación. Los factores a tener en cuenta para el cálculo de este indicador son dos: Horas anuales de producción, según se detalla en la sección anterior. Horas anuales de parada o reducción de carga debida exclusivamente al mantenimiento correctivo no programado. Como se puede ver, ni las horas dedicadas al mantenimiento preventivo programado que envuelven el apagado de la fábrica ni aquellas dedicadas al mantenimiento correctivo programado son tenidas en cuenta para el cálculo de ese objetivo. Para un cálculo correcto y consistente de este factor, la distinción entre mantenimiento correctivo programado y no programado debe

siempre ser definida. Así, en muchas instalaciones industriales suele considerarse un fallo detectado pero cuya reparación puede ser retrasada 48 horas o más se considera programa de mantenimiento correctivo y por lo tanto no computa para calcular la confiabilidad. Una intervención que involucra el cierre inmediato de la planta o un apagado en menos de 48 horas se considera un mantenimiento correctivo no programado y, por lo tanto, su duración se toma en consideración en el cálculo de la confiabilidad. El objetivo del mantenimiento es que este parámetro esté siempre por encima de un valor establecido en el proyecto técnico-económico de la usina, y su valor es generalmente muy alto (igual o hasta mayor que el 98%). Una instalación bien administrada no debería tener problemas para obtener este valor. (p. 7).

#### **Ecuación 01: Cálculo de Confiabilidad**

$$C = \frac{TPREF}{TPREF + TPRF} \times 100$$

#### **Donde:**

**C:** Confiabilidad

**TPREF:** Tiempo Promedio de Reparación Entre Falla

**TPRF:** Tiempo Promedio de Reparación de Falla

#### **Mantenibilidad**

Gonzales (2011), se define mantenibilidad como la expectativa o probabilidad de que un equipo, después de que presente el fallo o avería en cualquier momento se proceda a reparar para que sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado (p.76).

Según Oyanadel (2013), es un concepto que mide la eficiencia con la que un sistema o equipo se restaura a su estado operativo después de la falla. Además, es la probabilidad de que un sistema que falló pueda ser restaurado a su condición operacional en un intervalo de tiempo de permanencia especificado. (p.12).

Mantenibilidad es un término que se utiliza en una industria para decir que las maquina está mantenida en un estado y condiciones donde pueda funcionar correctamente, cuando un equipo falla se puede reparar para que vuelva a su estado funcional y pueda realizar sus trabajos normalmente, por lo que se dice también que la mantenibilidad es el tiempo promedio donde se puede reparar un equipo o maquina desde que falló hasta su marcha ósea tiempo transcurrido durante el mantenimiento.

### **Ecuación 02: Cálculo de Mantenibilidad**

$$\mathbf{TPRF} = \frac{\mathbf{HTR}}{\mathbf{NF}}$$

**Donde:**

**TPRF:** Tiempo Promedio de Reparación de fallas

**HTR:** Horas Totales de Reparación

**NPF:** Numero de Falla

### **Fiabilidad**

De acuerdo a Elsayed (2012), en su concepto sobre la fiabilidad define que es la probabilidad de que un servicio sea producido o provisto por un cierto período de tiempo (vida del diseño) durante las condiciones de operación de la construcción. (p.4)

Para Arques (2009), la fiabilidad de un dispositivo se define como la probabilidad de que dicho equipo permanezca en operación adecuada durante un cierto período de tiempo y bajo ciertas condiciones de operación o desempeño; En consecuencia, si estas condiciones cambian, la confiabilidad también cambiará, por lo que se debe tener precaución al alinear los valores de confiabilidad para equipos idénticos que operan en condiciones diferentes. (p.3).

Cárcel (2014), define que la fiabilidad es la probabilidad de que una unidad puede cumplir una función necesaria en determinadas condiciones durante un intervalo de tiempo  $[t_1, t_2]$ , y se expresa por:  $R(t_1, t_2)$  es íntimamente en el error en el sistema o instalación. El conocimiento acerca de las diversas deficiencias operacionales. Y la acumulación e intercambio de la experiencia operacional de los operadores, el período de reemplazo, que afecta directamente la producción de la empresa. (p.201)

### **Ecuación 03: Cálculo de Fiabilidad**

$$\mathbf{TPREF} = \frac{\mathbf{HTO}}{\mathbf{NF}}$$

**Donde:**

**TPREF:** Tiempo Promedio de Reparación Entre Falla

**HTR:** Hora Total de Operación

**NF:** Numero de Falla

### **Avería y Falla**

Según Rodríguez (2015), en general, se puede decir que el fracaso es el cese de la capacidad de una entidad para realizar su función específica. El término dispositivo se supone que es un elemento, herramienta, componente o sistema que forma parte de un equipo. La pérdida de la función se puede considerar total o parcial. La pérdida total de una función significa que el "dispositivo" no puede realizar todas las funciones para las que ha sido diseñado. Un daño parcial solo afecta ciertas características del dispositivo, que se consideran materiales. En este caso, el sistema donde el elemento dañado está funcionando con defectos de varios tipos no afecta a las personas o no causa daños materiales. (p.93)

### **Criticidad**

Según Romero (2013), es un cuadro que proporciona el nivel del riesgo que da posibilidad de crear el grado o prioridades de secuencias, instalaciones y equipos, estableciendo una estructura que permite tomar soluciones acertadas y efectivas, y da ideas para direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas o puntos donde es más importante y/o indispensable mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo. (p.1)

### **Análisis de criticidad**

Para definir la criticidad de una equipo o unidad se usa una matriz de frecuencia por consecuencia de falla. En un eje se refleja la frecuencia de deterioro y en otro la impresión o consecuencias en los cuales incidirá la unidad o equipo en estudio si le sucede una falla. Los colores (rojo, amarillo, verde) que se reflejan en la matriz están definidas de acuerdo a su gravedad, donde: Rojo va determinar una situación de criticidad alta, en este estado la maquina no está apto o condiciones de funcionamiento, seguidamente por color amarillo la que va determinar una situación de criticidad media, en este caso la maquina va presentar síntomas que puede ser no tan grave por lo que si puede funcionar y por último el color verde lo que determina una situación de criticidad baja, en este estado las máquina va estar en plena y en condición de funcionamiento. (**Observar la Tabla 01**).

### **Matriz de criticidad**

**Tabla 01:** Matriz de Criticidad

<b>MATRIZ DE CRITICIDAD</b>
-----------------------------

5	50	100	150	200	250	<b>FRECUENCIA</b>
4	40	80	120	160	200	
3	30	60	90	120	150	
2	20	40	60	80	100	
1	10	20	30	40	50	
<b>CONSECUENCIA</b>	10	20	30	40	50	<b>C = f x c</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### Rango para determinar la criticidad

**Tabla 02:** Rango de determinación de criticidad

<b>LEYENDA</b>		
<b>Tipo de criticidad</b>		<b>Rango</b>
<b>CA</b>	Criticidad Alta	120 => Criticidad =< 250
<b>CM</b>	Criticidad Media	50 => Criticidad =< 119
<b>CB</b>	Criticidad Baja	10 =< Criticidad =< 49

**Fuente:** Elaboración propia

### Criterio para la calificación de criticidad

**Tabla 03:** Criterio de puntuación frecuencia y consecuencia

<b>FRECUENCIA</b>	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>PUNTAJE</b>
Muy alto de 50 a más fallas por 6 meses	5
Alto de 40 a 49 fallas por 6 meses	4
Promedio de 30 a 39 fallas por 6 meses	3
Bajo 20 a 29 fallas por 6 meses	2
Bueno menos de 19 fallas por 6 meses	1
<b>CONSECUENCIAS</b>	
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>PUNTAJE</b>
Parada total de maquina	10
Parada parcial de maquina	7 - 9
Impacta a niveles de producción o calidad	5 - 6

Repercute en costos operacionales asociado a confiabilidad y disponibilidad	2 - 4
No genera ningún efecto significativo	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>PUNTAJE</b>
No existe opción igual o equipo similar de repuesto	4
La máquina puede seguir funcionando	2 - 3
Existe otro igual o disponible fuera del sistema	1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>PUNTAJE</b>
Mayor o igual que 20, 000 soles (Incluye repuestos)	2
Menor a 20, 000 (Incluye repuestos)	1
<b>IMPACTO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>PUNTAJE</b>
Accidente Catastrófico	8
Accidente Grave	6 - 7
Accidente medio	4 - 5
Accidente bajo	2 - 3
Desvió	1
No provoca ningún tipo de riesgo	0
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>PUNTAJE</b>
Contaminante muy peligroso	8
Afecta ecosistemas	6-7
Afecta solo a personas y animales	4-5
Contaminante de poca consideración	2-3
No afecta al medio ambiente	1

**Fuente:** Elaboración propia

#### **1.4. Formulación al Problema**

##### **Formulación del problema general**

¿En qué medida el plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?

##### **Formulación de problemas específicos**

¿Cuál es el estado inicial de criticidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?

¿Cuál es la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?

¿Cómo influye el plan de mantenimiento preventivo para la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?



¿Cuánto incrementa la confiabilidad después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?

### **1.5. Justificación del Estudio**

A nivel teórico este estudio se realizó con el propósito de aportar el conocimiento existente sobre la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la maquinaria pesada, para disminuir las paradas imprevistas dentro del desarrollo del trabajo que impiden cumplir con el proceso de producción de la empresa.

A nivel económico, se realizó este estudio de plan de mantenimiento preventivo con el propósito de acortar o eliminar costes por la existencia de fallas, los costes de mantenimiento, coste de producción, costes de mano de obra, costes de repuestos, costos de la logística para la optimización de producción y el buen funcionamiento de la maquinaria.

A nivel social, esta investigación de implementación de plan de mantenimiento preventivo tuvo como propósito ayudar a la sociedad, ya que hoy en día buscan dar solución a cualquier problema que presenta dentro de la empresa con respecto el mantenimiento preventivo, por ello este estudio representa como una guía para los investigadores, estudiantes y para los empresarios de maquinaria pesada así mismo favorece a los colaboradores, a los abastecedores de repuestos y a los clientes de la empresa.

Justificación práctica, esta investigación se realizó por que hay una inmensa necesidad de mejorar la confiabilidad operacional de la máquina, gracias a la implementación del plan mencionado será cumplir con las metas propuestas en esta investigación.

### **1.6. Hipótesis**

#### **Hipótesis general**

Hi: La Implementación de un plan de mantenimiento preventivo, contribuirá a incrementar la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

H0: La Implementación de un plan de mantenimiento preventivo, no contribuirá a incrementar la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

### **Hipótesis específico**

Hi: El diagnóstico del estado inicial de criticidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 es crítico.

H0: El diagnóstico del estado inicial de criticidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 no es crítico.

Hi: La confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 es confiable.

H0: La confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 no es confiable.

Hi: El plan de mantenimiento preventivo para la excavadora CAT-336DL2 en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 incrementa la confiabilidad.

H0: El plan de mantenimiento preventivo para la excavadora CAT-336DL2 en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 no incrementa la confiabilidad.

Hi: La confiabilidad de la Excavadora CAT-336D2L después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 incrementa.

H0: La confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 no incrementa.

## **1.7. Objetivos**

### **Objetivo general**

Implementar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la Excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

**Objetivos específicos**

Diagnosticar el estado inicial de criticidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

Evaluar la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la excavadora CAT-336DL2 en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

Determinar el incremento de la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

#### Diseño del estudio

Es experimental en el grupo de pre-experimental porque se recopiló datos antes del estudio para saber el comportamiento de la confiabilidad de la maquinaria en dos tiempos antes y después de aplicación de plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay.

Según Hernández Arturo y et al (2018), El diseño puede definirse como el concepto de aplicación de los instrumentos que toda investigación requiere tanto en la provisión como en la interacción con los métodos y medios involucrados en él y como un plan para acompañar la obtención y el procesamiento de los datos obtenidos para la verificación de la hipótesis. Es decir, el diseño se refiere al plan o estrategia para obtener la información que se necesita. Por un lado, el diseño se refiere a la aplicación de métodos científicos y, por otro lado, la validez de los datos obtenidos. (p. 85).

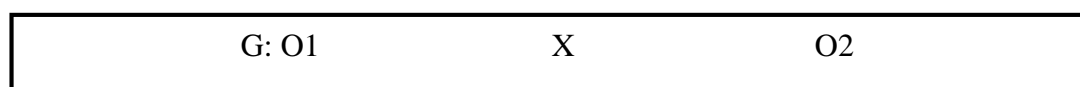
#### Tipo de estudio

Es de tipo aplicada, porque se basa en la teoría y hechos sobre el mantenimiento preventivo y da conocer las realidades con las informaciones o evidencias científicas además explica de qué manera se puede obtener un propósito trazado, en este caso el propósito del estudio es incrementar la confiabilidad de maquinaria pesada en la empresa.

Para Baena (2014), La metodología ejerce el rol de orden, se basa en métodos, como sus caminos y los de los técnicos como pasos para avanzar a través de los caminos del pensamiento hacia la realidad y viceversa (p.43).

#### Representación gráfica del estudio

**Gráfico 01:** Diseño pre-experimental



**Fuente:** Elaboración propia

**Donde:**

**G:** Grupo Experimental, Empresa Señor de Pomallucay

**O1:** Observación de la variable dependiente antes de aplicación del estudio

**X:** Variable Independiente

**O2:** Observación de la variable dependiente después de aplicación del estudio

## 2.2. Variables, Operacionalización

**Tabla 04:** Variables, Operacionalización

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE "X" INDEPENDIENTE	Plan de Mantenimiento Preventivo	Paz, Jaeger y Charquero (2014), “Un plan de mantenimiento preventivo nos permite de forma regular y organiza revisar cada uno de los puntos de las instalaciones con periodicidad necesaria. Así podremos detectar cualquier anomalía antes de que llegue a producirse” (p.26)	Para medir la variable independiente se hará mediante análisis de datos los cuales son el costo de mantenimiento para determinar los costos de mantenimiento preventivo y correctivo y el programa de mantenimiento para determinar cumplimiento de actividades que vendría ser la eficacia.	Costo del Mantenimiento	Costo de Mantenimiento Correctivo $CMC = \text{Costo de M.O} + \text{Costo de Mantenimiento correctivo}$	Razón
					Costo de Mantenimiento Preventivo $CMP = \text{Costo M.O} + \text{Costo de Mantenimiento Preventivo}$	Razón
				Programa de mantenimiento	Eficacia de Actividades Programados $EAP = \frac{\text{Actividades Ejecutadas}}{\text{Actividades Planificadas}}$	Razón
					Eficacia de Horas Programado $EHP = \frac{\text{Horas de M.P Realizadas}}{\text{Horas de M.P planificadas}}$	Razón
VARIABLE "Y" DEPENDIENTE	Confiabilidad	Según Arata (2009), “Es la probabilidad de que un parte de la maquina o del producto funcione adecuadamente en un momento determinado y bajo condiciones establecidas”.	Par medir la variable dependiente se hará el uso del diagnóstico, criticidad, mantenibilidad y fiabilidad que nos permitirá determinar la confiabilidad de la maquinaria	Diagnostico	Informe Técnico	Razón
				Criticidad	$C = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$	Razón
				Mantenibilidad	$TPRF = \frac{\text{Horas Total de Reparación}}{\text{Numero de fallas}}$	Razón
				Fiabilidad	$TPREF = \frac{\text{Hora Total de Operación}}{\text{Número de fallas}}$	Razón

**Fuente:** Elaboración propia

## **2.3. Población y Muestra**

### **Unidad de análisis**

Es la excavadora CAT-336D2L, se hizo el diagnóstico del análisis de criticidad y como fruto de ello resultó ser la maquina más crítica para realizar el estudio.

### **Población**

La población de la investigación está conformada por 10 excavadoras de la empresa Señor de Pomallucay.

Tamayo y Tamayo (2010), La población se define como la totalidad del fenómeno a ser estudiado, donde las poblaciones tienen una característica común que se estudia y da origen a los datos de la investigación. (p.183).

### **Muestra**

La muestra del estudio está constituida por la Excavadora CAT-336D2L.

Tamayo y Tamayo (2010), Las muestras son el grupo de individuos tomados de la población, para estudiar un fenómeno estadístico. (p.183).

### **Tipo de muestra**

Muestreo no probabilística técnica intencional o por conveniencia porque se seleccionó una muestra en base a análisis de criticidad como resultado dio la excavadora CAT-336D2L porque presentó criticidad alta, cuya finalidad es saber la confiabilidad inicial antes de manipular el variable dependiente y después de manipularla.

### **Criterio inclusión**

En la investigación solamente se considera una máquina Excavadora CAT-336D2L, lo cual permitió realizar el estudio para alcanzar los objetivos trazados.

### **Criterio de exclusión**

A toda la maquinaria que no cumpla con los requisitos de evaluación de la investigación.

## 2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

**Tabla 05:** Técnicas e instrumentos de datos, validez y confiabilidad

VARIABLES	TECNICAS/ HERRAMIENTAS	INSTRUMENTOS	FUENTE /INFORMA CIÓN
PLAN DE MANTENIMEINTO PREVENTIVO	Análisis de datos	Costo de mantenimiento preventivo y correctivo. (Ver Anexo N° 04)	A los mecánicos y personas involucradas en el proceso de trabajo de la empresa
	Análisis de datos	Cumplimiento de actividades y tiempo. (Ver Anexo N° 05)	
CONFIABILIDAD	Diagnostico	Informe Técnico (Ver Anexo N° 06)	Empresa Señor de Pomallucay
	Análisis de datos	Análisis de criticidad. (Ver Anexo N° 07)	Empresa/ Propio
	Análisis de datos	Reporte de Mantenibilidad. (Ver Anexo N° 08)	
	Análisis de datos	Reporte de Fiabilidad. (Ver Anexo N° 9)	

**Fuente:** Elaboración propia

### Costo de mantenimiento preventivo y correctivo

Es un formato donde se resumió todo el coste con respecto a las actividades que se realizó durante el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo, este resumen de presupuesto refleja todo aquello gasto como es el costo de repuesto, costes de mano de obra, costes de hora hombre durante el mantenimiento de la máquina Excavadora.

### Cumplimiento de actividad y tiempo

Es un formato que contiene la información de eficacia con sus respectivos indicadores las cuales son: mantenimientos preventivos ejecutados sobre mantenimiento preventivo programado, esto quiere decir cuántos actividades programada han sido ejecutadas, de igual manera la eficacia de las horas ejecutadas sobre horas programadas de cada actividad, esto quiere decir cuántas horas programadas para el mantenimiento ha sido utilizado durante su reparación de la excavadora, así mismo el



cumplimiento de costo ejecutada sobre costo programada en otras palabras cuanto se gastó sobre el costo programado.

### **Informe técnico**

Es un formato donde contiene datos específicos de una máquina, además contiene la información sobre fallas durante un periodo determinado, el empresario maneja este formato para reportar las fallas y sus gastos anuales así manejar bien su capital económico. Esta información obtenida fue de vital importancia para efectuar el estudio y así conseguir el propósito trazado al inicio del estudio.

### **Análisis de criticidad**

Es un método que se empleó para determinar la gravedad de la maquinaria al momento de diagnosticar la situación inicial, donde se muestra el resultado como criticidad baja, media y alta en un cuadro siguiendo los criterios de puntuación, teniendo en cuenta la frecuencia de falla y consecuencia dentro de la consecuencia se tuvo en cuenta el impacto operacional, flexibilidad operacional, costo de mantenimiento, impacto de seguridad y salud e impacto ambiental que puede ocasionar dicha máquina.

### **Reporte de mantenibilidad**

Es un formato donde se reportó la mantenibilidad de la maquinaria pesada por medio de los mecánicos que han ido informando al dueño todas las fallas presentadas durante los 6 meses de la excavadora CAT-336D2L, gracias a ellos obtuvimos la información correspondiente y necesario para poder realizar el estudio, donde nos detallaron las horas de parada de la maquinaria y cantidad o número de fallas durante un periodo, por medio de este reporte se calculó el tiempo promedio para efectuar la reparación de la máquina.

### **Reporte de fiabilidad**

Es un formato donde se reportó la fiabilidad de la maquina pesada, se reportó las horas trabajadas de la máquina y numero de fallas con lo que se obtuvo tiempo medio entre fallas.

## Validez y confiabilidad

### Validez

Los instrumentos y técnicas de este proyecto son validados por los expertos y conocedores del tema, principalmente por 3 ingenieros expertos en tema de mantenimiento preventivo. Donde los instrumentos que se utiliza en este proyecto tienen la capacidad para cuantificar los resultados que se requieren obtener durante el estudio.

### Confiabilidad

Los instrumentos son confiables ya que son instrumentos que miden los datos obtenidos de la maquina en la empresa Señor de Pomallucay. Los datos han sido tal cual para no alterar al momento de obtener los resultados.

**Tabla 06:** Validez y confiabilidad de instrumentos

Prueba binomial						
Expertos		Categoría	N	Proporción observada	Prop. de prueba	Sig. exacta (bilateral)
Ing.1	Grupo 1	SI	6	1,00	,50	,031
	Total		6	1,00		
Ing.2	Grupo 1	SI	6	1,00	,50	,031
	Total		6	1,00		
Ing.3	Grupo 1	SI	6	1,00	,50	,031
	Total		6	1,00		

**Fuente:** Programa estadístico SPSS versión 21 y elaboración propia

## 2.5. Métodos y análisis de datos

**Tabla 07:** Análisis de datos

OBJETIVOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTO	RESULTADO
Diagnosticar el estado inicial de criticidad de la excavadora Cat-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay”, Jangas, 2018.	Diagnostico	Informe técnico (Ver Anexo N° 06)	Se determina situación de actual de maquinarias
	Análisis de datos	Análisis de Criticidad. (Ver Anexo N° 07)	Determinar el estado de criticidad de máquina pesada de la empresa

Evaluar la confiabilidad de la excavadora Cat-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	Análisis de datos	Reporte de Mantenibilidad. (Ver Anexo N° 08)	Se obtiene la confiabilidad de la maquina crítica
	Análisis de datos	Reporte de Fiabilidad. (Ver Anexo N° 09)	
Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la excavadora Cat-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018	Análisis de datos	Presupuesto de los Actividades (Ver Anexo N° 04)	Permite diseñar el plan de mantenimiento preventivo
	Análisis de datos	Cumplimiento de Actividades Y tiempo. (Ver Anexo N° 05)	
Determinar el incremento de la confiabilidad de la excavadora Cat-336D2L después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	Análisis de datos	Reporte de Mantenibilidad. (Ver Anexo N° 08)	Se determinó el incremento de confiabilidad después de la implementación
	Análisis de datos	Reporte de Fiabilidad. (Ver Anexo N° 09)	

**Fuente:** Elaboración propia

## 2.6. Aspectos éticos

En esta investigación titulada plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas 2018, se manifiesta la originalidad, honestidad, así mismo el respeto y la política, las informaciones obtenidas o corroborados del otro autor fueron citados siguiendo el ISO 960.

### **III. RESULTADOS**

#### **Diagnóstico de la empresa**

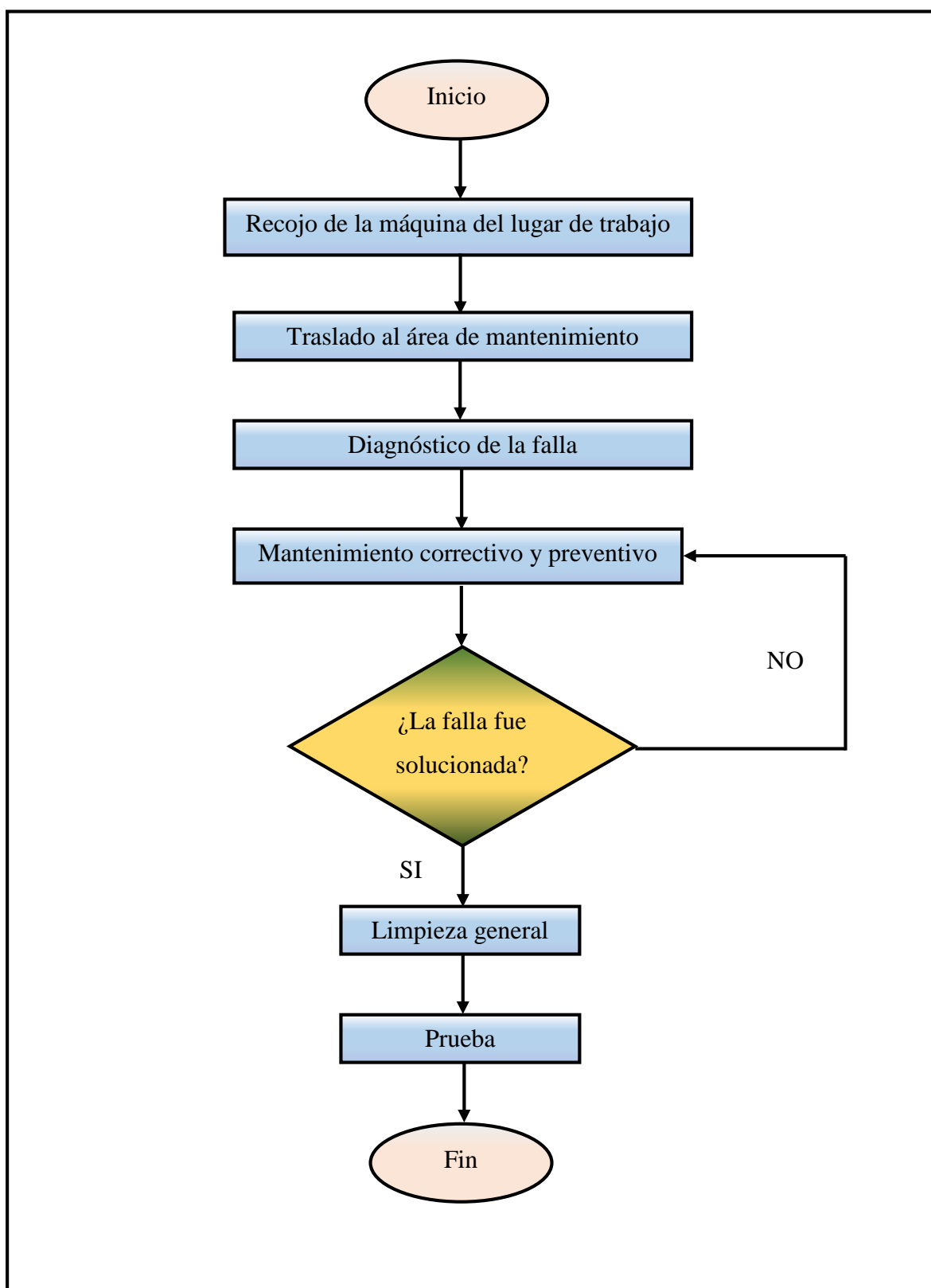
La implementación del plan de mantenimiento preventivo comenzó con el presente de la empresa con respecto al mantenimiento de sus maquinarias, el mantenimiento se lleva a cabo en cualquier momento cuando las maquinas presentan fallas, no tienen un criterio para poder seguir un mantenimiento ordenado, debido a ello se presentan diferentes problemas lo cual repercute en la confiabilidad de la maquinaria con respecto a su funcionabilidad normal y al afectar a la maquina influye desfavorablemente el progreso de la empresa y su desarrollo de sus actividades, con lo cual no se puede cubrir la demanda que exige el mercado hoy en día, por lo que se debe trabajar haciendo gestión de mejora en el área de mantenimiento.

Por lo mencionado de la situación actual de la empresa se implementa el plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad y su correcto funcionamiento de la máquina, cumpliendo las actividades proyectadas en el año a través de la supervisión del empresario a los técnicos mecánicos para mejorar las tareas de mantenimiento y eso repercutirá en los logros y el desarrollo de la empresa.

#### **Proceso de mantenimiento**

La empresa para brindar servicio de alquiler de sus maquinarias tiene que contar con el apoyo humano que son los técnicos para la reparación y mantenimiento, los técnicos son los encargados de velar para su buen funcionamiento de las maquinarias, pero sin embargo las actividades de mantenimiento que realizan es convencional no tienen una iniciativa para hacer un cronograma para monitorear las fallas antes que suceda y no hay un diagnóstico previo para saber el estado de los componentes de la maquina debido a ello se agrava las grietas y evoluciona progresivamente hasta quebrarse, por ello se demoran horas prolongadas en hacer reparaciones ya que las grietas son de gran magnitud, en el flujograma se va observar cuales son las secuencias que siguen en cada actividad, donde se muestra claramente que no hay criterio y secuencia a seguir ver la (figura 1).

**Figura 1:** Diagrama de flujo de mantenimiento de la empresa



**Fuente:** Elaboración propia

### **3.1. Diagnosticar el estado inicial de criticidad de la Excavadora Cat-336D2L en la empresa señor de Pomallucay, Jangas, 2018**

El diagnóstico de criticidad inicial de la excavadora CAT-336D2L en la empresa señor de Pomallucay, comenzó con la recolección de datos y esos datos fueron todas las fallas de la excavadora comprendido por un periodo de 6 meses desde julio a diciembre de 2017; teniendo en cuenta los días hábiles de trabajo en cada mes siendo así 26 días y 8 horas diarias lo cual permitió determinar la criticidad de dicho máquina, la informaciones de fallas de la máquina fue obtenida a través del formato denominado el informe técnico, por medio de este formato los fallas ocurridos durante el periodo fue registrado, dichos formatos y el contenido se puede apreciar en el (**Anexo 10, 12, 13, 14, 15, 16,17 y 18**).

#### **3.1.1. Resumen del informe técnico 2017**

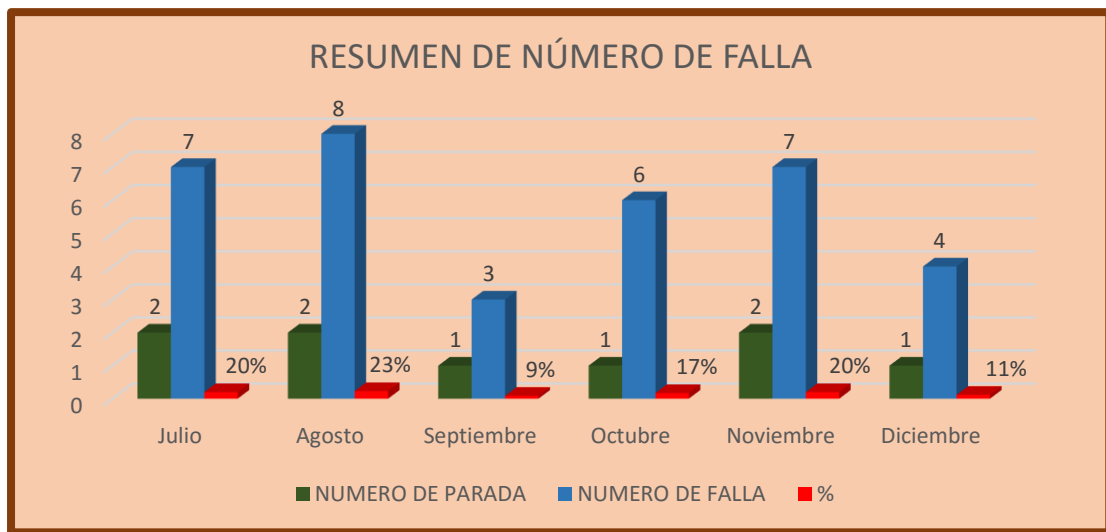
De acuerdo los datos obtenidos de los 6 meses con el informe técnico se hizo un pequeño resumen donde se va a apreciar en la siguiente tabla 07, el mes, número de parada ocurrido en cada mes, horas totales que demoraron en reparar cada falla presentada y por último el porcentaje de falla que representa en cada mes respectivamente.

**Tabla 08:** Resumen de número de falla del 2017

<b>INFORME TECNICO DE LA EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY DEL AÑO 2017</b>				
Ítem	Mes	Número de parada	Número de falla	% de fallas
1	Julio	2	7	20%
2	Agosto	2	8	23%
3	Septiembre	1	3	9%
4	Octubre	1	6	17%
5	Noviembre	2	7	20%
6	Diciembre	1	4	11%
TOTAL		9	35	100%

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

**Gráfico 02:** Resumen de número de falla 2017



**Fuente:** Empresa y elaboración propia

De la gráfica 02, se observa que la duración de falla de julio a diciembre del 2017, se resume de la siguiente manera, en mes de noviembre se originó 2 paradas generando duración de falla para reparar más alta de 54 horas que representa el 31%, en mes de julio se generó 2 paradas con una duración de reparación de 44 horas que representa el 26%, así mismo en el mes de setiembre se observa que la maquina sufrió 1 parada donde se demoraron 24 horas en reparar la falla que representa el 14%, de igual manera vemos en mes de agosto hubo 2 paradas y demora de reparación de falla fue de 13 horas que representa el 13%, siguiendo el análisis vemos que en mes de diciembre la excavadora sufrió una parada donde se demoraron 15 horas en reparar la falla que represento un 9% y por último en mes de octubre sucedió 1 parada y el tiempo que demoraron en reparar la falla duro 12 horas que representa el 7% de la totalidad de falla.

### 3.1.2. Criticidad inicial de la Excavadora Cat-336D2L

A continuación, se calcula el estado de criticada de la Excavadora CAT-336D2L siguiendo los pasos y los criterios de análisis de criticidad, usando las siguientes nomenclaturas.

**F:** Frecuencia de falla

**IO:** Impacto Operacional

**FO:** Flexibilidad de operacional

**CM:** Costo de Mantenimiento

**IS y S:** Impacto de Seguridad y Salud

**IA:** Impacto Ambiental

**C:** Consecuencia

**CT:** Criticidad Total

**EC:** Estado de Criticidad

**Tabla 09:** Análisis de criticidad inicial de la excavadora CAT-336D2L

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA EXCAVADORA CATERPILLAR									
MAQUINA	F.	I.O	F. O	C. M	I.S y S	I. A	C.	C.T	E. Criticidad
CAT-336D2L	3	8	3	1	4	6	35	105	C.A
CÁLCULO DE CRITICIDAD									
Criticidad total = Frecuencia X Consecuencia				Consecuencia = (I.O x F.O) + CM + ISS e H + I.A					
LEYENDA									
Rango				Nivel de criticidad					
60 => Criticidad =< 125				Criticidad Alta				CA	
25 => Criticidad =< 59				Criticidad Media				CM	
0 => Criticidad =< 24				Criticidad Baja				CB	

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

#### a. Resultado de estado de criticidad

Detalle, cada puntuación asignada en cada nomenclatura fue siguiendo los criterios de criticidad, donde se puede observar arriba en (**la Tabla 03**), en ese sentido se determinó que el estado de la excavadora es crítico alto (color rojo) que pertenece al de rango de  $60 \leq 125$  (Criticidad Alta), alcanzando sumar una puntuación de 105 de criticidad total, debido a la frecuencia de fallas y paradas que ha presentado la excavadora CAT-336DL2, durante los 6 meses.



**3.2. Evaluar la confiabilidad de la excavadora cat-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la Empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.**

**3.2.1. Estadística de la falla del año 2017**

**Tabla 10:** Estadística de falla


ESTADISTICA DE FALLAS DEL AÑO 2017													
MES	CODIGO	FALLAS	N° DE FALLAS	DURACIÓN FALLA	COSTO DE REPUESTO	MESES						PERSONAL	COSTO DE M. O
						J	A	S	O	N	D		
JULIO DE 2017	PC1RCM	RUIDO EN CILINDRO DE MOTOR	1	8	S/. 770.00	X						2	S/. 160.00
	MC1P	PLUMA	1	6	S/. 400.00	X						2	S/. 120.00
	MC1C	CABLEADO	1	1	S/. 15.00	X						2	S/. 20.00
	MC1TR	TREN DE RODAMIENTO	1	10	S/. 500.00	X						2	S/. 200.00
	MC1AE	ADMISION Y ESCAPE	1	1	S/. 40.00	X						2	S/. 20.00
	MC1RM	RUIDO DE MOTOR	1	6	S/. 255.00	X						2	S/. 120.00
	MC1C	CUCHARON	1	12	S/. 250.00	X						2	S/. 240.00
AGOSTO DE 2017	MC2DM	DESGASTE DE MOTOR	1	5	S/. 200.00		X					3	S/. 150.00
	MC2FCC	FISURA DE CAMISETA DE CILINDRO	1	4	S/. 170.00		X					3	S/. 120.00
	MC2R	REFREIGERANTE	1	1	S/. 22.00		X					3	S/. 30.00
	MC2MC	MOTOR CONTAMINADO	1	1	S/. 18.00		X					3	S/. 30.00
	MC2STC	SELLOS DE TURBO COMPRESOR	1	3	S/. 15.00		X					3	S/. 90.00
	MC2T	TUBERIAS	1	7	S/. 10.00		X					3	S/. 210.00
	MC2TE	TERMOSTATO	1	1	S/. 45.00		X					3	S/. 30.00
	MC2CM	CARTER DE MOTOR	1	1	S/. 66.00		X					3	S/. 30.00
SETIEMBRE DE 2017	MC3U	UÑA	1	10	S/. 250.00			X				1	S/. 100.00
	MC3C	CUCHARON	1	12	S/. 150.00			X				1	S/. 120.00
	MC3CD	CORREA DESGASTADA	1	2	S/. 10.00			X				1	S/. 20.00

OCTUBRE DE 2017	MC4FA	FILTRO DE ACEITE	1	2	S/. 19.00				X		2	S/. 40.00	
	MC4FDA	FILTRO DE AIRE	1	1	S/. 22.00				X		2	S/. 20.00	
	MC4BA	BOMBA DE AGUA	1	1	S/. 3,000.00				X		2	S/. 20.00	
	MC4MH	MANGUERA HIDRAULICA	1	3	S/. 300.00				X		2	S/. 60.00	
	MC4SCC	SELLOS DE CILINDRO DE CUCHARON	1	4	S/. 45.00				X		2	S/. 80.00	
	MC4LPP	LUBRICACION DE PINES DE PLUMA	1	1	S/. 12.00				X		2	S/. 20.00	
NOVIEMBRE DE 2017	MC5R	RADIADOR	1	4	S/. 55.00					X	2	S/. 80.00	
	MC5BM	BOMBA MANUAL	1	3	S/. 500.00					X	2	S/. 60.00	
	MC5RG	RUEDA DE GUIA	1	12	S/. 800.00					X	2	S/. 240.00	
	MC5U	UÑA	1	12	S/. 250.00					X	2	S/. 240.00	
	MC5C	CUCHARON	1	10	S/. 150.00					X	2	S/. 200.00	
	MC5PC	PIN DE CUCHARON	1	7	S/. 88.00					X	2	S/. 140.00	
	MC5BC	BOCINA DE CUCHARON	1	6	S/. 66.00					X	2	S/. 120.00	
DICIEMBRE DE 2017	MC6MB	MANGUERA DE BOMBA	1	1	S/. 800.00						X	1	S/. 10.00
	MC6MC	MANGUERA DE CILINDRO	1	6	S/. 900.00						X	1	S/. 60.00
	MC6CHC	CILINDRO HIDRAULICO DE CUCHARON	1	7	S/. 2,000.00						X	1	S/. 70.00
	MC6RS	RETEN DE SIGUEÑAL	1	1	S/. 300.00						X	1	S/. 10.00
TOTAL			35	172	S/. 12,493.00							S/. 3,280.00	
HORA HOMBRE(S/.)		S/. 10.00											

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

### 3.2.2. Reporte de Mantenibilidad inicial

**Tabla 11:** Reporte de Mantenibilidad 2017

		EMPRESA "SEÑOR DE POMALLUCAY"		REP. Nº: 01
REPORTE DE MANTENIBILIDAD				
DATOS DEL TECNICO		Juan Ávila Camones		
FECHA				
E Q.		EXCAVADORA CAT-336D2L	DETALLES	
Ítem	Mes	Fallas	Hora total de reparación	NF
1	JULIO	El motor presenta ruido en el cilindro, falla en el juego de válvulas	8	1
2		Deficiente traslado de pluma, válvula de control defectuoso	6	1
3		No existe voltaje en el sistema, cables de batería en mal estado	1	1
4		Inestabilidad en el tren de rodamiento, desgaste de zapatas, eslabones, pines ,bujes, sellos	10	1
5		Humo negro excesivo, fugas en el sistema de escape y admisión de aire	1	1
6		Ruido mecánico en el motor, los accesorios del motor no están funcionando correctamente	6	1
7		Recalzado del Cucharon, desgaste	12	1
8	MAYO	Desgaste prematuro del motor, no se cambió el aceite en el tiempo indicado	5	1
9		Refrigerante en el aceite del motor, fisuras en la camiseta del cilindro.	4	1
10		Demasiada alta temperatura del refrigerante, bajo nivel de refrigerante	1	1
11		Aceite del motor contaminado, fuga de agua del refrigerante	1	1
12		Aceite del motor en el sistema de escape, sellos del turbo compresor averiado	3	1
13		No se puede alcanzar las RPM máximas del motor, las tuberías del combustible están aplastadas	7	1
14		Las temperaturas del refrigerante son demasiado altas, el termostato del agua no está funcionando correcto	1	1
15		Nivel de aceite del Carter del motor, reponer	1	1
16	JUNIO	Recalzado de uñas del cucharon	10	1
17		Recalzado de cucharon, desgaste	12	1
18		Perdida de voltaje en el sistema, correa gastadas y resbaladizas	2	1
19	JULIO	Presencia de aire en el combustible, reemplazar filtro de combustible	2	1

20		Consumo excesivo de combustible, filtro de aire obstruido	1	1
21		Refrigerante en el aceite, bomba de agua en mal estado	1	1
22		Cambio de manguera hidráulica, presenta rotura	3	1
23		Cambio de sellos del cilindro del cucharon-bucket por desgaste	4	1
24		Lubricación de pines en la pluma	1	1
25	AGOSTO	Sobrecalentamiento de refrigerante del motor, paneles de radiador obstruido	4	1
26		Baja presión en el sistema de combustible, diafragma de bomba manual en mal estado	3	1
27		Desmontaje de cadena para cambiar rueda de guía	12	1
28		Recalzado de cucharon, desgaste	12	1
29		Cambio de uñas del cucharon, desgaste	10	1
30		Cambio de pines de cucharon	7	1
31		Cambio de bocina de cucharon	6	1
32	SETIEMBRE	Mangueras del control de bombas con fuga de aceite, manguera reseca	1	1
33		Mangueras del cilindro boom con fuga, mangueras con alambres expuesto	6	1
34		Cilindro hidráulico del cucharon presenta fuga excesiva, vástago del cilindro con fuertes golpes	7	1
35		Fuga de aceite por la parte posterior del motor, reten de cigüeñal	1	1
TOTAL			172	35

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

### Resumen

**Tabla 12:** Resumen de reporte de mantenibilidad

<b>REPORTE DE MANTENIBILIDAD</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Mes</b>	<b>Número de falla</b>	<b>Hora total de reparación</b>
1	Julio	7	44
2	Agosto	8	23
3	Septiembre	3	24
4	Octubre	6	12
5	Noviembre	7	54
6	Diciembre	4	15
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>	<b>172</b>


**Fuente:** Empresa y elaboración propia

### 3.2.2.1. Tiempo promedio de reparación de falla

$$TPRF = \frac{HTR}{NF} = \frac{172}{35} = 4.91 \text{ Horas}$$

### 3.2.3. Reporte de Fiabilidad inicial

**Tabla 13:** Reporte de Fiabilidad 2017

		EMPRESA "SEÑOR DE POMALLUCAY"			REP. N°: 01	
REPORTE DE FIABILIDAD						
DATOS DEL TECNICO		Juan Ávila Camones				
FECHA						
EQUIPO:			DETALLES			
ITEM	MES	FIABILIDAD DE MAQUINA	HORA TOTAL DE OPERACIÓN	HORA DE DEMORADA EN REPARAR	HORA TOTAL ACTIVO	NF
1	Julio 2017	Excavadora CAT-336D2L	208	44	164	7
2	Agosto 2017	Excavadora CAT-336D2L	208	23	185	8
3	Setiembre 2017	Excavadora CAT-336D2L	208	24	184	3
4	Octubre 2017	Excavadora CAT-336D2L	208	12	196	6
5	Noviembre 2017	Excavadora CAT-336D2L	208	54	154	7
6	Diciembre 2017	Excavadora CAT-336D2L	208	15	193	4
TOTAL			1248	172	1076	35

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

### Resumen

**Tabla 14:** Resumen de reporte fiabilidad

<b>REPORTE DE FIABILIDAD</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Mes</b>	<b>Número de falla</b>	<b>Hora total de operación</b>
1	Julio	7	208
2	Agosto	8	208
3	Septiembre	3	208
4	Octubre	6	208
5	Noviembre	7	208
6	Diciembre	4	208
	<b>TOTAL</b>	35	1248

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

### 3.2.3.1. Tiempo promedio de reparación entre fallas

$$TPREF = \frac{HTO}{NF} + \frac{1248}{35} = 35.66 \text{ Horas}$$

El resultado de mantenibilidad (Tiempo Promedio de Reparación de Fallas) es de 4.91 horas y fiabilidad (Tiempo Promedio de Reparación Entre Fallas) es de 35.66 horas, los indicadores fue muy valioso para determinar la confiabilidad de la excavadora Cat-336D2L, donde hallaremos usando la siguiente ecuación.

### 3.2.3.2 Confiabilidad mediante cálculo

$$C = \frac{TPREF}{TPREF + TPRF} = \frac{35.66}{35.66 + 4.91}$$

$$\text{CONFIABILIDAD} = 87.92\%$$

La confiabilidad final determinado de la máquina excavadora CAT-336D2L antes de implementar el plan de mantenimiento preventivo es 87.9% como una confiabilidad media, según las especificaciones técnicas de la excavadora CAT-336D2L donde dice que el sistema de dicha maquina están diseñadas para que funcione al 100% en todas las condiciones de funcionamiento.

### 3.2.3.3 Confiabilidad por mes antes del estudio

**Tabla 15:** Confiabilidad por mes antes del estudio

ANTES			
Ítem	Año	Mes	Confiabilidad Antes
1	2017	Julio	83 %
2		Agosto	90 %
3		Setiembre	87 %
4		Octubre	95 %
5		Noviembre	79.50 %
6		Diciembre	93 %
PROMEDIO:			97.92

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3 Diseñar plan de mantenimiento preventivo para la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

#### 3.3.1. Diseño del plan de mantenimiento preventivo

**Tabla 16:** Plan de mantenimiento preventivo para la excavadora

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																			
			MARCA		Caterpillar														
			MODELO		336D2L														
			AÑO F.		2015														
CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	N° DE M. P.	DURACION DE M.P.	COSTO DE M.P	PERSONAL	COSTO DE M.O	MESES											
								E	F	M	A	M	JN	J	A	S	O	N	D
MP1	MOTOR	INSPECCION DEL MOTOR	6	1	30	1	S/. 30.00	X		X		X		X		X		X	
		NIVEL DE ACEITE	12	0.5	18	1	S/. 15.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		FILTRO DE AIRE Y PREFILTRO	4	0.5	10	1	S/. 15.00	X			X			X			X		
		FILTRO DE ACEITE	6	0.5	10	1	S/. 15.00	X		X		X			X			X	
		FILTRO DE PETROLEO	6	1	10	1	S/. 30.00	X		X		X			X			X	
		TURBO COMPRESOR	3	1	50	2	S/. 60.00	X				X				X			
		INYECTORES	4	1.5	50	1	S/. 45.00	X			X			X			X		
		SELENOIDES	4	1	30	1	S/. 30.00		X			X			X			X	
		SENSOR DE TEMPERATURA	4	1	20	1	S/. 30.00	X			X			X			X		
		SENSOR DE PRESION	4	1	20	1	S/. 30.00	X			X			X			X		
		BOMBA DE AGUA	3	2	50	1	S/. 60.00	X				X				X			
		ENFRIADOR DE ACEITE	4	1	30	1	S/. 30.00			X			X			X			X
		RADIADOR	3	1	40	2	S/. 60.00		X				X				X		
		VANTILADOR	3	0.5	10	1	S/. 15.00		X				X				X		
		CAÑERIAS	3	1	20	1	S/. 30.00				X				X				X
MANGUERAS	3	1	20	1	S/. 30.00				X				X				X		
ABRAZADERAS	3	0.5	10	1	S/. 15.00				X				X				X		
SOPORTES DE MOTOR	3	0.5	20	1	S/. 15.00	X						X					X		
MP1	SISTEMA ELECTRICO	ALTERNADOR	3	2.5	100	1	S/. 75.00	X				X				X			
		BATERIAS	3	0.5	20	1	S/. 15.00	X				X				X			
		CABLES	4	0.5	40	1	S/. 15.00	X			X			X			X		
		FUSIBLES	4	1	20	1	S/. 30.00	X			X			X			X		
MP1	SISTEMA HIDRAULICO	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO	12	0.5	10	1	S/. 15.00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		FILTROS HIDRAULICOS	3	0.5	20	1	S/. 15.00				X				X			X	
		BOMBA HIDRAULICA	3	1	150	1	S/. 30.00	X				X				X			


		CONTROL DE VALVULAS	3	1	180	1	S/. 30.00		X				X				X		
		PISTONES	4	2	50	2	S/. 120.00	X			X			X			X		
		TANQUE HIDRAULICO	3	1	40	2	S/. 60.00				X				X			X	
		CAÑERIAS	3	1.5	30	1	S/. 45.00				X				X			X	
		MANGUERAS	3	1	30	1	S/. 30.00				X				X			X	
		CONEXIONES	3	1	20	1	S/. 30.00				X				X			X	
MP1	SISTEMA DE MANDO DE GIRO	ENGRANAJES DEL REDUCTOR	4	1.5	50	2	S/. 90.00			X			X			X		X	
		MOTOR DE GIRO	3	1	40	1	S/. 30.00		X				X				X		
		MANGUERAS	3	1	20	1	S/. 30.00				X				X			X	
MP1	IMPLEMENTOS	PINES Y COJINETES DEL BRAZO	4	2	40	2	S/. 120.00			X			X			X		X	
		PINES Y COJINETES DE LA PLUMA	4	2	40	2	S/. 120.00			X			X			X		X	
		PINES Y COJINETES DE VARILLADE CUCHARON	4	1.5	60	2	S/. 90.00			X			X			X		X	
		CILINDRO DEL BRAZO	4	1	50	2	S/. 60.00			X			X			X		X	
		CILINDRO DE PLUMA	4	1	50	2	S/. 60.00			X			X			X		X	
		CILINDRO DE INCLINACION DE LA CUCHARA	4	1	40	2	S/. 60.00			X			X			X		X	
MP1	TREN DE RODAJE RODAMIENTO	CADENAS ESTADO / TENSION	3	1.5	160	3	S/. 135.00				X					X		X	
		SPROKET	4	1	40	2	S/. 60.00			X			X			X		X	
		RODILLO SUPERIOR	3	1	30	2	S/. 60.00				X				X			X	
		RODILLO INFERIOR	3	1	30	2	S/. 60.00				X				X			X	
		RUEDA GUIA	3	1.5	40	3	S/. 135.00				X				X			X	
		BUJES DE CADENA	4	1	30	1	S/. 30.00			X			X			X		X	
		ZAPATAS	3	1.5	40	1	S/. 45.00				X				X			X	
MP1	ELEMENTOS DE CORTE	ESLABONES	3	1.5	30	2	S/. 90.00				X				X			X	
		PROTECTOR DE BARRAS LATERALES, PINES Y RETENEDORES	4	2	60	2	S/. 120.00				X			X			X		X
		ADAPTER DE CUCHARON	3	1	20	1	S/. 30.00					X				X			X
		UNA DE CUCHARON	3	1.5	30	1	S/. 45.00					X				X			X
MP1	CABINA DE OPERADOR	PINES Y SEGUROS DE UÑA DE CUCHARON	2	1	30	1	S/. 30.00					X					X		
		LUCES DE TRABAJO	3	0.5	30	1	S/. 15.00					X				X			X
		LUCES DE CABINA	2	0.5	20	1	S/. 15.00						X					X	
		AIRE ACONDICIONADO	2	1	40	1	S/. 30.00							X				X	
		LIMPIA PARABRISAS	2		1	30	1	S/. 30.00						X				X	
HORA HOMBRE			S/. 30.00																

**Fuente:** Elaboración propia



### 3.3.2. Diseño de actividades programadas del plan mantenimiento preventivo

**Tabla 17:** Distribución de actividades de mantenimiento preventivo

DISTRIBUCION DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EXCAVADORA															
			MARCA	Caterpillar											
			MODELO	336D2L											
			AÑO F.	2015											
CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	MESES												N° DE MANTENIMIENTOS
			E	F	M	A	M	JN	JL	A	S	O	N	D	
MP1	MOTOR	INSPECCION DEL MOTOR	1		1		1		1		1		1		6
		NIVEL DE ACEITE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
		FILTRO DE AIRE Y PREFILTRO	1			1			1			1			4
		FILTRO DE ACEITE	1		1		1		1		1		1		6
		FILTRO DE PETROLEO	1		1		1		1		1		1		6
		TURBO COMPRESOR	1				1				1				3
		INYECTORES	1			1			1			1			4
		SELENOIDES		1			1			1			1		4
		SENSOR DE TEMPERATURA	1			1			1			1			4
		SENSOR DE PRESION	1			1			1			1			4
		BOMBA DE AGUA	1				1				1				3
		ENFRIADOR DE ACEITE			1			1			1			1	4
		RADIADOR		1				1				1			3
		VANTILADOR		1				1				1			3
		CAÑERIAS				1				1				1	3
		MANGUERAS				1				1				1	3
		ABRAZADERAS				1				1				1	3
		SOPORTES DE MOTOR	1						1					1	3
MP1	SISTEMA ELECTRICO	ALTERNADOR	1				1				1			3	
		BATERIAS	1				1				1			3	
		CABLES	1			1			1		1			4	
		FUSIBLES	1			1			1		1			4	
MP1	SISTEMA HIDRAULICO	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
		FILTROS HIDRAULICOS				1				1				1	3
		BOMBA HIDRAULICA	1				1				1				3

		CONTROL DE VALVULAS		1				1				1			3
		PISTONES	1			1		1			1				4
		TANQUE HIDRAULICO				1			1				1		3
		CAÑERIAS				1			1				1		3
		MANGUERAS				1			1				1		3
		CONEXIONES				1			1				1		2
MP1	SISTEMA DE MANDO DE GIRO	ENGRANAJES DEL REDUCTOR			1			1			1			1	4
		MOTOR DE GIRO		1				1			1				3
		MANGUERAS				1			1				1		3
MP1	IMPLEMENTOS	PINES Y COJINETES DEL BRAZO			1			1			1			1	4
		PINES Y COJINETES DE LA PLUMA			1			1			1			1	4
		PINES Y COJINETES DE VARILLADE CUCHARON			1			1			1			1	4
		CILINDRO DEL BRAZO			1			1			1			1	4
		CILINDRO DE PLUMA			1			1			1			1	4
		CILINDRO DE INCLINACION DE LA CUCHARA			1			1			1			1	4
MP1	TREN DE RODAJE RODAMIENTO	CADENAS ESTADO / TENSION				1			1					1	3
		SPROKET			1			1			1			1	4
		RODILLO SUPERIOR				1			1				1		3
		RODILLO INFERIOR				1			1				1		3
		RUEDA GUIA				1			1				1		3
		BUJES DE CADENA			1			1			1			1	4
		ZAPATAS				1			1				1		3
		ESLABONES				1			1				1		3
MP1	ELEMENTOS DE CORTE	PROTECTOR DE BARRAS LATERALES, PINES Y RETENEDORES			1			1			1			1	4
		ADAPTER DE CUCHARON				1			1					1	3
		UNA DE CUCHARON				1			1					1	3
		PINES Y SEGUROS DE UÑA DE CUCHARON					1				1				2
MP1	CABINA DE OPERADOR	LUCES DE TRABAJO				1			1					1	3
		LUCES DE CABINA					1				1				2
		AIRE ACONDICIONADO					1						1		2
		LIMPIA PARABRISAS					1				1				2
NUMERO DE MANTENIMIENTOS			18	7	16	27	14	18	13	20	21	16	12	27	209
HORAS OPERATIVAS			208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	208	2496

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3. Diseño de horas programadas del plan de mantenimiento preventivo

**Tabla 18:** Distribución de horas para realizar el mantenimiento preventivo

DISTRIBUCION DE LOS HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO															
			MARCA		Caterpillar										
			MODELO		336D2L										
			AÑO F.		2015										
CODIGO	SISTEMA	DESCRIPCION	MESES												HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
			E	F	M	A	M	JN	J	A	S	O	N	D	
MP1	MOTOR	INSPECCION DEL MOTOR	1		1		1		1		1		1		6
		NIVEL DE ACEITE	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	6
		FILTRO DE AIRE Y PREFILTRO	0.5			0.5			0.5			0.5			2
		FILTRO DE ACEITE	0.5		0.5		0.5		0.5		0.5		0.5		3
		FILTRO DE PETROLEO	1		1		1		1		1		1		6
		TURBO COMPRESOR	1				1				1				3
		INYECTORES	1.5			1.5			1.5			1.5			6
		SELENOIDES		1			1			1			1		4
		SENSOR DE TEMPERATURA	1			1			1			1			4
		SENSOR DE PRESION	1			1			1			1			4
		BOMBA DE AGUA	2				2				2				6
		ENFRIADOR DE ACEITE			1			1			1			1	4
		RADIADOR		1				1				1			3
		VANTILADOR		0.5				0.5				0.5			1.5
		CAÑERIAS				1				1				1	3
		MANGUERAS				1				1				1	3
		ABRAZADERAS				0.5				0.5				0.5	1.5
		SOPORTES DE MOTOR	0.5						0.5					0.5	1.5
MP1	SISTEMA ELECTRICO	ALTERNADOR	2.5				2.5				2.5			7.5	
		BATERIAS	0.5				0.5				0.5			1.5	
		CABLES	0.5			0.5			0.5			0.5		2	
		FUSIBLES	1			1			1			1		4	
MP1	SISTEMA HIDRAULICO	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	6	
		FILTROS HIDRAULICOS				0.5				0.5				0.5	1.5

		BOMBA HIDRAULICA	1				1				1				3
		CONTROL DE VALVULAS		1				1				1			3
		PISTONES	2			2			2			2			8
		TANQUE HIDRAULICO				1				1				1	3
		CAÑERIAS				1.5				1.5				1.5	4.5
		MANGUERAS				1				1				1	3
		CONEXIONES				1								1	2
MP1	SISTEMA DE MANDO DE GIRO	ENGRANAJES DEL REDUCTOR			1.5			1.5			1.5			1.5	6
		MOTOR DE GIRO		1				1				1			3
		MANGUERAS				1				1				1	3
MP1	IMPLEMENTOS	PINES Y COJINETES DEL BRAZO			2			2			2			2	8
		PINES Y COJINETES DE LA PLUMA			2			2			2			2	8
		PINES Y COJINETES DE VARILLADE CUCHARON			1.5			1.5			1.5			1.5	6
		CILINDRO DEL BRAZO			1			1			1			1	4
		CILINDRO DE PLUMA			1			1			1			1	4
		CILINDRO DE INCLINACION DE LA CUCHARA			1			1			1			1	4
MP1	TREN DE RODAJE RODAMIENTO	CADENAS ESTADO / TENSION				1.5				1.5				1.5	4.5
		SPROKET			1			1			1			1	4
		RODILLO SUPERIOR				1				1			1		3
		RODILLO INFERIOR				1				1			1		3
		RUEDA GUIA				1.5				1.5			1.5		4.5
		BUJES DE CADENA			1			1			1			1	4
		ZAPATAS				1.5				1.5			1.5		4.5
MP1	ELEMENTOS DE CORTE	ESLABONES				1.5				1.5			1.5		4.5
		PROTECTOR DE BARRAS LATERALES, PINES Y RETENEDORES			2			2			2			2	8
		ADAPTER DE CUCHARON				1				1				1	3
		UNA DE CUCHARON				1.5				1.5				1.5	4.5
MP1	CABINA DE OPERADOR	PINES Y SEGUROS DE UÑA DE CUCHARON					1					1			2
		LUCES DE TRABAJO				0.5				0.5				0.5	1.5
		LUCES DE CABINA					0.5					0.5			1
		AIRE ACONDICIONADO						1					1		2
		LIMPIA PARABRISAS					1					1			2
		<b>HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>18.5</b>	<b>5.5</b>	<b>18.5</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>20.5</b>	<b>11.5</b>	<b>20.5</b>	<b>25.5</b>	<b>14.5</b>	<b>12</b>	<b>29.5</b>	<b>218.5</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.4. Diseño de costos programados del plan de mantenimiento preventivo

**Tabla 19:** Distribución de costo de mantenimiento preventivo

DISTRIBUCION DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO															
COD.	SISTEMA	DESCRIPCION	MESES												C.M
			E	F	M	A	M	JN	JL	A	S	O	N	D	
MP1	MOTOR	INSPECCION DEL MOTOR	S/. 60.00		S/. 60.00		S/. 60.00		S/. 60.00		S/. 60.00		S/. 60.00		S/. 360.00
		NIVEL DE ACEITE	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 33.00	S/. 396.00
		FILTRO DE AIRE Y PREFILTRO	S/. 25.00			S/. 25.00			S/. 25.00			S/. 25.00			S/. 100.00
		FILTRO DE ACEITE	S/. 25.00		S/. 25.00		S/. 25.00		S/. 25.00		S/. 25.00		S/. 25.00		S/. 150.00
		FILTRO DE PETROLEO	S/. 40.00		S/. 40.00		S/. 40.00		S/. 40.00		S/. 40.00		S/. 40.00		S/. 240.00
		TURBO COMPRESOR	S/. 110.00				S/. 110.00				S/. 110.00				S/. 330.00
		INYECTORES	S/. 95.00			S/. 95.00			S/. 95.00			S/. 95.00			S/. 380.00
		SELENOIDES		S/. 60.00			S/. 60.00			S/. 60.00			S/. 60.00		S/. 240.00
		SENSOR DE TEMPERATURA	S/. 50.00			S/. 50.00			S/. 50.00			S/. 50.00			S/. 200.00
		SENSOR DE PRESION	S/. 50.00			S/. 50.00			S/. 50.00			S/. 50.00			S/. 200.00
		BOMBA DE AGUA	S/. 110.00				S/. 110.00				S/. 110.00				S/. 330.00
		ENFRIADOR DE ACEITE			S/. 60.00			S/. 60.00			S/. 60.00			S/. 60.00	S/. 240.00
		RADIADOR		S/. 100.00				S/. 100.00				S/. 100.00			S/. 300.00
		VANTILADOR		S/. 25.00				S/. 25.00				S/. 25.00			S/. 75.00
		CAÑERIAS				S/. 50.00				S/. 50.00				S/. 50.00	S/. 150.00
		MANGUERAS				S/. 50.00				S/. 50.00				S/. 50.00	S/. 150.00
		ABRAZADERAS				S/. 15.00				S/. 25.00				S/. 25.00	S/. 65.00
		SOPORTES DE MOTOR	S/. 35.00						S/. 35.00					S/. 35.00	S/. 105.00
MP1	SISTEMA ELECTRICO	ALTERNADOR	S/. 175.00				S/. 175.00				S/. 175.00				S/. 525.00

		BATERIAS	S/. 35.00				S/. 35.00				S/. 35.00				<b>S/. 105.00</b>
		CABLES	S/. 55.00			S/. 55.00			S/. 55.00			S/. 55.00			<b>S/. 220.00</b>
		FUSIBLES	S/. 50.00			S/. 50.00			S/. 50.00			S/. 50.00			<b>S/. 200.00</b>
MP1	SISTEMA HIDRAULICO	NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	<b>S/. 300.00</b>
		FILTROS HIDRAULICOS				S/. 35.00				S/. 35.00				S/. 35.00	<b>S/. 105.00</b>
		BOMBA HIDRAULICA	S/. 180.00				S/. 180.00				S/. 180.00				<b>S/. 540.00</b>
		CONTROL DE VALVULAS		S/. 210.00				S/. 210.00				S/. 210.00			<b>S/. 630.00</b>
		PISTONES	S/. 170.00			S/. 170.00			S/. 170.00			S/. 170.00			<b>S/. 680.00</b>
		TANQUE HIDRAULICO				S/. 100.00				S/. 100.00				S/. 100.00	<b>S/. 300.00</b>
		CAÑERIAS				S/. 75.00				S/. 75.00				S/. 75.00	<b>S/. 225.00</b>
		MANGUERAS				S/. 60.00				S/. 60.00				S/. 60.00	<b>S/. 180.00</b>
		CONEXIONES				S/. 50.00				S/. 50.00				S/. 50.00	<b>S/. 150.00</b>
MP1	SISTEMA DE MANDO DE GIRO	ENGRANAJES DEL REDUCTOR			S/. 140.00			S/. 140.00			S/. 140.00			S/. 140.00	<b>S/. 560.00</b>
		MOTOR DE GIRO		S/. 70.00				S/. 70.00				S/. 70.00			<b>S/. 210.00</b>
		MANGUERAS				S/. 50.00				S/. 50.00				S/. 50.00	<b>S/. 150.00</b>
MP1	IMPLEMENTOS	PINES Y COJINETES DEL BRAZO			S/. 160.00			S/. 160.00			S/. 160.00			S/. 160.00	<b>S/. 640.00</b>
		PINES Y COJINETES DE LA PLUMA			S/. 160.00			S/. 160.00			S/. 160.00			S/. 160.00	<b>S/. 640.00</b>
		PINES Y COJINETES DE VARILLADE CUCHARON			S/. 150.00			S/. 150.00			S/. 150.00			S/. 150.00	<b>S/. 600.00</b>
		CILINDRO DEL BRAZO			S/. 110.00			S/. 110.00			S/. 110.00			S/. 110.00	<b>S/. 440.00</b>
		CILINDRO DE PLUMA			S/. 110.00			S/. 110.00			S/. 110.00			S/. 110.00	<b>S/. 440.00</b>
		CILINDRO DE INCLINACION DE LA CUCHARA			S/. 100.00			S/. 100.00			S/. 100.00			S/. 100.00	<b>S/. 400.00</b>
MP1	TREN DE RODAJE RODAMIENTO	CADENAS ESTADO / TENSION				S/. 295.00				S/. 295.00				S/. 295.00	<b>S/. 885.00</b>
		SPROKET			S/. 100.00			S/. 100.00			S/. 100.00			S/. 100.00	<b>S/. 400.00</b>

		RODILLO SUPERIOR				S/. 90.00				S/. 90.00			S/. 90.00		S/. 270.00
		RODILLO INFERIOR				S/. 90.00				S/. 90.00			S/. 90.00		S/. 270.00
		RUEDA GUIA				S/. 175.00				S/. 175.00			S/. 175.00		S/. 525.00
		BUJES DE CADENA			S/. 60.00			S/. 60.00			S/. 60.00			S/. 60.00	S/. 240.00
		ZAPATAS				S/. 85.00				S/. 85.00			S/. 85.00		S/. 255.00
		ESLABONES				S/. 120.00				S/. 120.00			S/. 120.00		S/. 360.00
MP1	ELEMENTOS DE CORTE	PROTECTOR DE BARRAS LATERALES, PINES Y RETENEDORES			S/. 180.00			S/. 180.00			S/. 180.00			S/. 180.00	S/. 720.00
		ADAPTER DE CUCHARON				S/. 50.00				S/. 50.00				S/. 830.00	S/. 930.00
		UNA DE CUCHARON				S/. 75.00				S/. 75.00				S/. 75.00	S/. 225.00
		PINES Y SEGUROS DE UÑA DE CUCHARON					S/. 60.00					S/. 60.00			S/. 120.00
MP1	CABINA DE OPERADOR	LUCES DE TRABAJO				S/. 45.00				S/. 45.00				S/. 45.00	S/. 135.00
		LUCES DE CABINA					S/. 35.00					S/. 35.00			S/. 70.00
		AIRE ACONDICIONADO						S/. 70.00					S/. 70.00		S/. 140.00
		LIMPIA PARABRISAS					S/. 60.00					S/. 60.00			S/. 120.00
COSTO DE MANTENIMIENTO			S/1,323.00	S/. 523.00	S/. 1,513.00	S/. 2,063.00	S/. 1,008.00	S/. 1,863.00	S/. 713.00	S/. 1,638.00	S/. 2,123.00	S/. 1,113.00	S/. 873.00	S/3,163.00	S/. 17,916.00

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

### 3.3.4.1 Indicador de cumplimiento de actividades después de aplicar el plan de mantenimiento

Es un indicador que va a objetivar o medir cuantitativamente el cumplimiento de actividades programadas para así, poder saber o avalar lo que se quiere lograr con la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

#### Eficacia

**Tabla 20:** Cumplimiento de Actividades

Ítem	Mes	Actividades ejecutadas	Actividades planificadas	% Cumplimiento
1	Enero		18	No se evaluó
2	Febrero		7	No se evaluó
3	Marzo		16	No se evaluó
4	Abril	25	27	92.6%
5	Mayo	13	14	92.9%
6	Junio	16	18	88.9%
7	Julio	11	13	84.6%
8	Agosto	19	20	95.0%
9	Septiembre	19	21	90.5%
10	Octubre		16	
11	Noviembre		12	
12	Diciembre		27	

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

**Ecuación 04:** Cumplimiento de actividades realizadas de mantenimiento preventivo

$$\text{CAMP} = \frac{\text{Actividades ejecutadas}}{\text{actividades palnificadas}} \times 100$$

$$\text{CAMP} = \frac{103}{113} * 100 = 91\%$$

De la (Tabla 20), las actividades programadas del plan de mantenimiento han sido eficaces al 91% ya que para mes de abril se programó 27 se cumplió 25 actividades de mantenimiento preventivo, así mismo mayo se programó 14 actividades y se cumplió 13, Junio 18 actividades y se cumplió 16, julio se programó 13 actividades se cumplió 11, agosto 20 actividades se cumplió 19 y setiembre se programó 21 actividades a realizar solo cumplió 19.



### 3.3.4.2. Indicador de cumplimiento de las horas programadas después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo

Es un indicador que va medir o comparar dos datos como, horas de mantenimiento ejecutadas y horas de mantenimiento programado.

#### Eficacia

**Tabla 21:** Cumplimiento de horas programadas

Ítem	Mes	Horas ejecutadas	Horas planificadas	% Cumplimiento
1	Enero		18.5	No se evaluó
2	Febrero		5.5	No se evaluó
3	Marzo		18.5	No se evaluó
4	Abril	26	28	93%
5	Mayo	13	14	93%
6	Junio	18.5	20.5	90%
7	Julio	9.5	11.5	83%
8	Agosto	19	20.5	93%
9	Septiembre	23.5	25.5	100%
10	Octubre		14.5	
11	Noviembre		12	
12	Diciembre		29.5	

**Fuente:** Empresa y elaboración propio

#### Ecuación 05: Cumplimiento de horas de mantenimiento preventivo

$$\text{CHMP} = \frac{\text{Horas ejecutadas}}{\text{Horas planificadas}} \times 100$$

$$\text{CHMP} = \frac{109.5}{120} * 100 = 91.25\%$$

De la (Tabla 21), las horas programadas del plan de mantenimiento han sido eficaces al 91.25% ya que para mes de abril se programó 28 horas de mantenimiento preventivo y se cumplió 26 horas, así mismo mayo se programó 14 horas cumpliendo 13 horas, Junio 20.5 horas se cumplió 18.5 horas, julio se programó 11.5 horas se cumplió 9.5 horas, agosto 20.5 horas se cumplió 19 horas y septiembre 25.5 horas cumpliendo todas las horas programadas.

**3.5. Determinar el incremento de la confiabilidad de la Excavadora Cat-336D2L después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la Empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.**

### **3.5.1. Recolección de datos después de implementación del plan**

La aplicación del plan de mantenimiento empezó desde el primer día del mes de abril hasta setiembre del 2018, lo cual los resultados obtenidos fueron sumamente menores que los resultados obtenidos al inicio del estudio a continuación detallaremos los resultados alcanzados a través del informe técnico ver (Anexo 19, 20, 21, 22, 23 y 24).

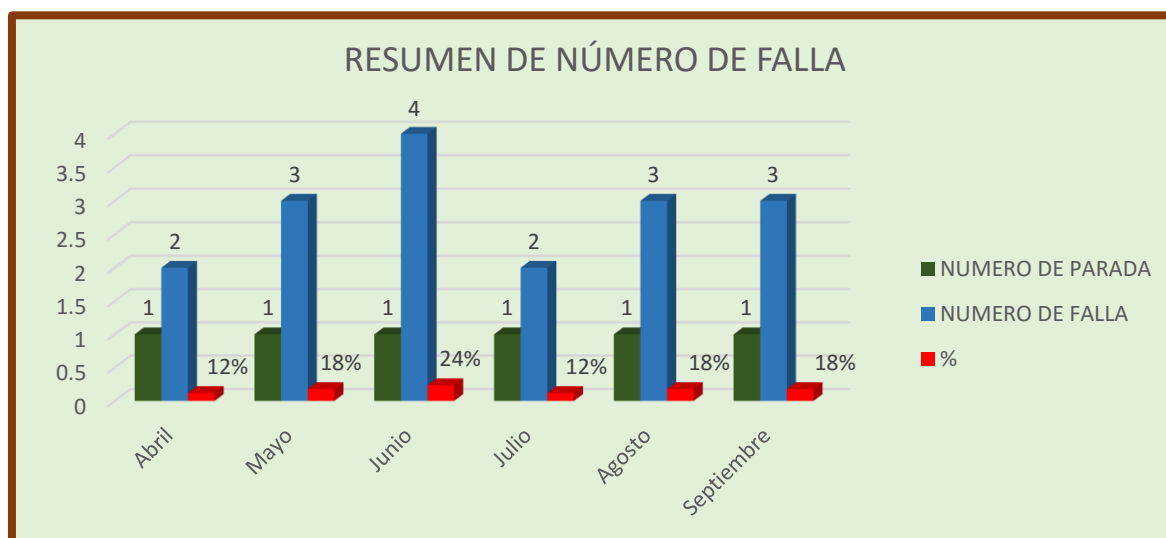
### **3.5.2. Resumen de falla después de implementación del plan**

**Tabla 22:** Resumen de número de parada y falla en 2018

<b>INFORME TECNICO DE LA EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY DEL AÑO 2018</b>				
Ítem	Mes	Número de parada	Número de falla	% de falla
1	Abril	1	2	12%
2	Mayo	1	3	18%
3	Junio	1	4	24%
4	Julio	1	2	12%
5	Agosto	1	3	18%
6	Setiembre	1	3	18%
TOTAL		6	17	100%

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

**Gráfico 03:** Resumen de número de parada y falla en 2018




**Fuente:** Empresa y elaboración propia

En la siguiente gráfica 03, se observa el resumen general de las fallas ocurridas en la excavadora después de aplicar el plan de mantenimiento, en mes de junio ocurrió 1 parada presentando 4 fallas que representa el 24% de la totalidad de falla, así mismo en mes de mayo, agosto y setiembre ocurrió 1 parada con 3 fallas de distintos en cada mes lo que representa el 18% de toda la falla y por último en mes de abril y julio también la excavadora genero 1 parada presentando 2 fallas distintas en cada mes que representa el 12%.

### 3.5.3. Reporte de Mantenibilidad después del plan

**Tabla 23:** Reporte de Mantenibilidad 2018

		EMPRESA "SEÑOR DE POMALLUCAY"		REP. N°: 02
REPORTE DE MANTENIBILIDAD				
DATOS DEL TECNICO		Juan Ávila Camones		
FECHA				
EQUIPO:		EXCAVADORA CAT-336D2L	DETALLES	
ITEM	MES	FALLAS	HORA TOTAL DE REPARACION	NUMERO DE FALLA
1	ABRIL	El motor funciona inestablemente, correas gastadas del alternador	3	1
2		Recalentamiento del motor, tapa del radiador en mal estado	2.5	1
3	MAYO	Pérdida de fuerza del motor, saturación del filtro de aire	3	1
4		Bajo nivel del refrigerante, manguera deteriorada	2.5	1
5		Recalentamiento del motor, aletas del ventilador roto	6	1
6	JUNIO	Aire sucio en la cabina, limpiar los filtros del acondicionador	1	1
7		Tensión inadecuada de la batería, agregar electrolito	3	1
8		Recalzado de uñas, por desgaste	10	1
9		Recalzado de cucharon, por desgastes	12	1
10	JULIO	Ruidos anormales al girar, nivel de bajo de aceite en la caja de maquinaria de giro,	3	1
11		Deficiente traslado de la pluma, falta de lubricación en conector del brazo	4	1

12	AGOSTO	Deficiente traslado de la pluma, falta lubricación en el pasador de acople del brazo	4	1
13		Ruidos anormales al girar, falta de lubricación en el círculo de giro	5	1
14		Deficiente traslado de la pluma falta la lubricación en el pasador de unión del eslabón	4	1
15	SETIEMBRE	Dificultad en al arranque del motor, reemplazar el pre filtros de combustible	4	1
16		Incremento de la temperatura del aceite hidráulico, falta aceite en el deposito	2.5	1
17		Las luces no brillan intensamente, correa floja del ventilador	2.5	1
TOTAL			72	17

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

### Resumen

**Tabla 24:** Resumen de reporte de mantenibilidad

<b>REPORTE DE MANTENIBILIDAD</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Mes</b>	<b>Número de falla</b>	<b>Hora total de reparación</b>
1	Abril	2	5.5
2	Mayo	3	11.5
3	Junio	4	26
4	Julio	2	7
5	Agosto	3	13
6	Septiembre	3	9
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>72</b>

**Fuente:** Empresa y elaboración propia


#### 3.5.3.1. Tiempo Promedio para Reparar fallas

Para calcular TPRF se toma en cuenta los valores de mantenibilidad de la (tabla 22 y es reemplazado en la ecuación donde hora total de reparación durante periodo comprendido de abril hasta setiembre es de 72 horas y 17 el número de falla.

$$TPRF = \frac{HTR}{NF} = \frac{72}{17} = 4.24 \text{ horas}$$

### 3.5.4. Reporte de fiabilidad después del plan

**Tabla 25:** Reporte de fiabilidad 2018

		EMPRESA "SEÑOR DE POMALLUCAY"			REP. N°: 02	
REPORTE DE FIABILIDAD						
DATOS DEL TECNICO		Juan Ávila Camones				
FECHA						
EQUIPO:			DETALLES			
ITEM	MES	FIABILIDAD DE MAQUINA	HORA TOTAL DE OPERACIÓN	HORA DE DEMORADA EN REPARAR	HORA TOTAL DE ACTIVO	NF
1	abr-17	EXCAVADORA CAT-336D2L	208	5.5	202.5	2
2	may-17	EXCAVADORA CAT-336D2L	208	11.5	196.5	3
3	jun-17	EXCAVADORA CAT-336D2L	208	26	182	4
4	jul-17	EXCAVADORA CAT-336D2L	208	7	201	2
5	ago-17	EXCAVADORA CAT-336D2L	208	13	195	3
6	sep-17	EXCAVADORA CAT-336D2L	208	9	199	3
TOTAL			1248	72	1176	17

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

### Resumen

**Tabla 26:** Resumen de reporte de fiabilidad

<b>REPORTE DE FIABILIDAD</b>			
Ítem	Mes	Número de falla	Hora Total de Operación
1	Abril	2	208
2	Mayo	3	208
3	Junio	4	208
4	Julio	2	208
5	Agosto	3	208
6	Septiembre	3	208
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>1248</b>

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

#### 3.5.4.1. Tiempo Promedio para Reparar Entre Fallas

Para determinar la fiabilidad se tomó los datos de la (**Tabla 24**) donde hora total de operación es 1248 y el número de falla es 17 y es remplazado a la ecuación de la fiabilidad.

$$TPREF = \frac{HTO}{NF} = \frac{1248}{17} = 73.41 \text{ Horas}$$

Obtenido los resultados y haciendo el cálculo de mantenibilidad y fiabilidad se procede a determinar la confiabilidad excavadora CAT-336D2L, después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo para lo cual el TPRF es de 4.24 horas y TPREF 73.41 horas.

#### 3.5.4.2. Confiabilidad mediante cálculo

$$C = \frac{TPREF}{TRREF + TPRF} = \frac{73.41}{73.41 + 4.24} = 94.53\%$$

$$\text{CONFIABILIDAD} = 94.53\%$$

#### 3.5.4.3 Confiabilidad por mes después del estudio

**Tabla 27:** Confiabilidad por mes después del estudio

DESPUES		
Año	Mes	Confiabilidad Después
2018	Abril	97.30%
	Mayo	94.80%
	Junio	88.80%
	Julio	96.70%
	Agosto	94%
	Setiembre	95.60%
PROMEDIO		94.53

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

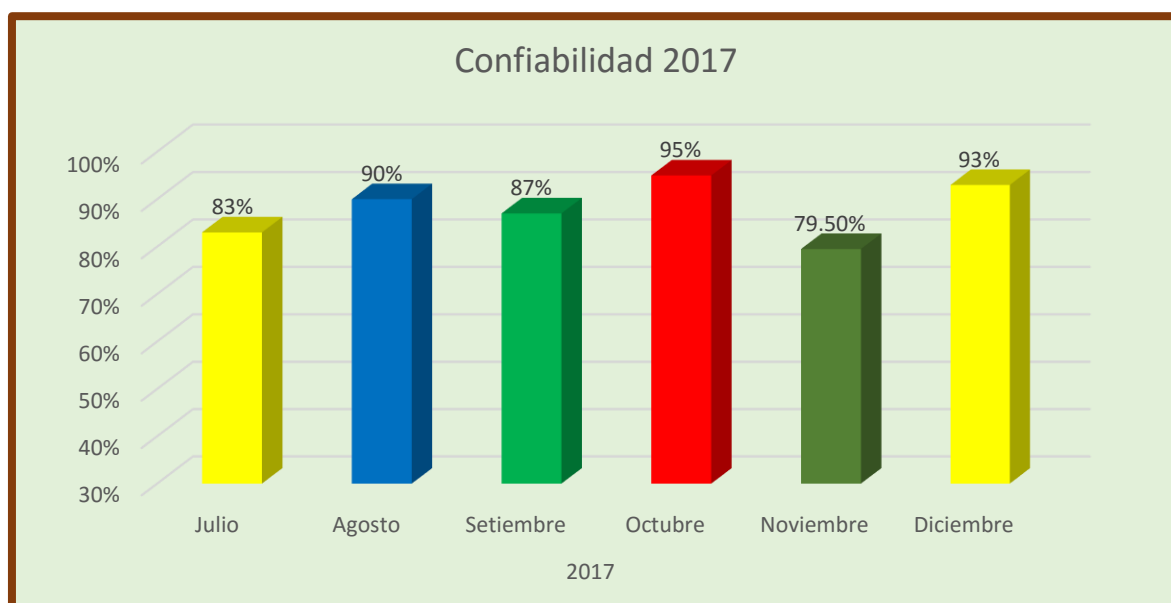
### 3.5.5. Comparación de confiabilidad antes y después del estudio

**Tabla 28:** Comparación de resultados de confiabilidad por mes

RESULTADOS						
ANTES				DESPUES		
Ítem	Año	Mes	Confiabilidad Antes	Año	Mes	Confiabilidad Después
1	2017	Julio	83 %	2018	Abril	97.30 %
2		Agosto	90 %		Mayo	94.80 %
3		Setiembre	87 %		Junio	88.80 %
4		Octubre	95 %		Julio	96.70 %
5		Noviembre	79.5 %		Agosto	94 %
6		Diciembre	93 %		Setiembre	95.60 %
PROMEDIO:			87.92 %	PROMEDIO		94.53 %

**Fuente:** Elaboración propia

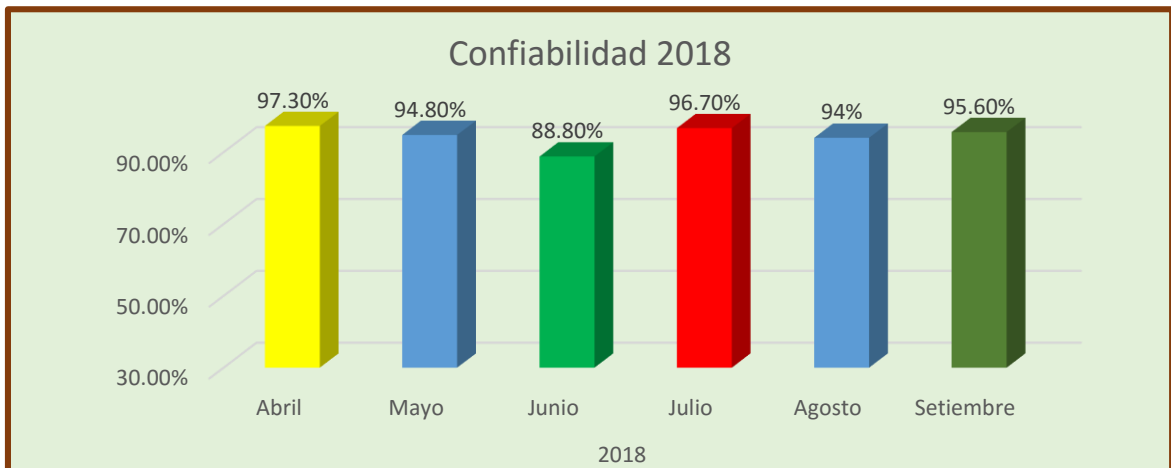
**Gráfica 04:** Confiabilidad 2017



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** Como se aprecia la **gráfica 04** la confiabilidad más alto presentado fue en mes de octubre con 95%, lo que indica confiabilidad buena donde la maquina está en condiciones de funcionamiento normal, y 83% de confiabilidad se presentó en mes de julio lo que indica una confiabilidad baja que incide o afecta la funcionabilidad normal.

**Gráfica 05: Confiabilidad 2019**



**Fuente:** Elaboración propia

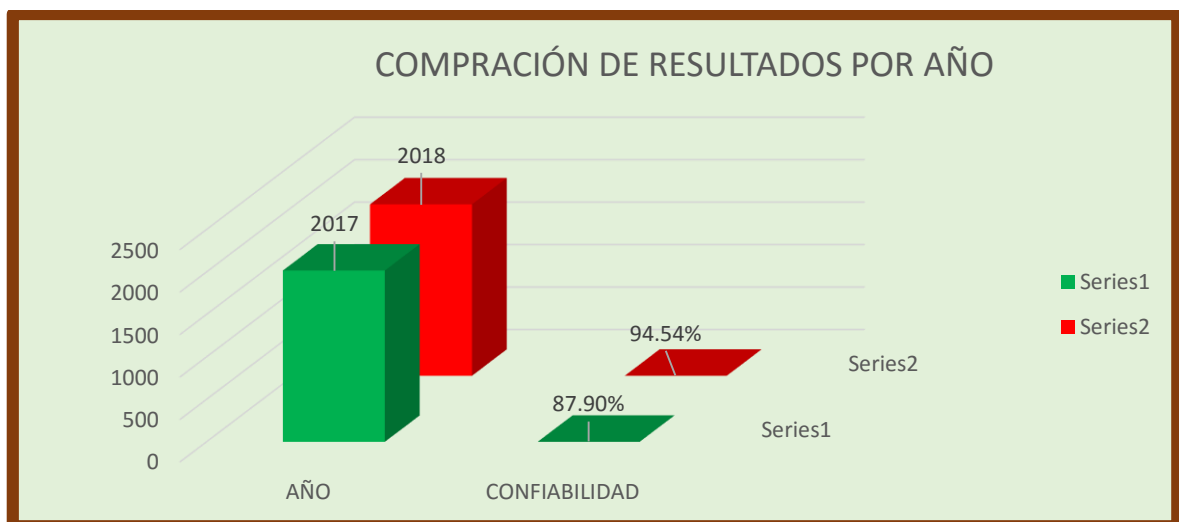
**Interpretación:** De la **gráfica 05**, la confiabilidad más alto presentó en abril con 97.30 %, lo que indica confiabilidad buen, y se puede decir que la maquina está en condiciones de funcionamiento normal, y 88% de confiabilidad se presentó en mes de junio lo que indica una confiabilidad baja que incide o afecta la funcionabilidad normal.

**Tabla 29: Comparación de resultados de confiabilidad por año**

RESULTADOS				
ÍTEM		MESES	AÑO	CONFIABILIDAD
1	ANTES	6	2017	87.92%
2	DESPUES	6	2018	94.53%

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 06: Comparación de resultados de confiabilidad por año**



**Fuente:** Elaboración propia



De la **gráfica 06** se puede verse que, la confiabilidad antes del estudio en el año 2017 es 87.92% y después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo el año 2018 la confiabilidad es 94.53% donde claramente a incrementado a 6.6% esto quiere decir que el plan de mantenimiento a tenido un impacto positivo.

### 3.6. Análisis inferencial

Se desarrolló la contratación de hipótesis general, siguiendo el criterio de decisión, según indica los datos, para de esta manera rechazar o se aceptar la hipostasis del estudio. Para realizar este proceso se usó programa estadístico informático SPSS versión 21.

#### 3.6.1. Análisis de hipótesis General

Para contrastar la hipótesis general, se tiene en cuenta si los datos que corresponden a la confiabilidad pre test y post test tienen un comportamiento paramétrico para ello se utilizó 6 datos pre test de aplicar el plan de mantenimiento preventivo y 6 datos post test de aplicar el plan de mantenimiento preventivo, por tal motivo se aplicó la prueba estadística de Shapiro-Wilk porque el tamaño de la muestra es  $\geq$  que 30 datos u observaciones.

#### Criterio para determinar normalidad

Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

**Tabla 30:** Prueba de Normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Confiabilidad Antes	,965	6	,855
Confiabilidad Después	,848	6	,152

**Fuente:** Programa estadístico SPSS versión 21 y elaboración propia

De la **Tabla 30** se puede observar la significación estadística del estadístico Shapiro-Wilk es ,855 para la confiabilidad antes y de ,152 para la confiabilidad después siendo así mayor que la alfa 0,05, por tal razón se acepta que ambas muestras vienen de distribución normal y tienen un comportamiento paramétrico.

### Contrastación de hipótesis general

Hi: La Implementación de un plan de mantenimiento preventivo, contribuye a incrementar la confiabilidad de la Excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

H0: La Implementación de un plan de mantenimiento preventivo, no contribuye a incrementar la confiabilidad de la Excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.

### Regla de decisión

Si  $p \text{ valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa

Si  $p \text{ valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa

**Tabla 31:** Prueba Estadístico- T Student

Prueba de muestras relacionadas								
	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Confiabilidad Antes – Confiabilidad Después	-6,61667	6,13169	2,50325	-13,05148	-,18185	-2,643	5	,046

**Fuente:** Programa estadístico SPSS versión 21 y elaboración propia

Según la **Tabla 31**, se puede confirmar que la significancia estadística de la prueba de T-Student, aplicada a la confiabilidad antes y después es de ,046 por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión es inferior a la alfa 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, quedando demostrado que la implementación del plan de mantenimiento incrementa la confiabilidad de la maquinaria excavadora CAT-336D2L.

#### IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación, como respuesta a nuestra problemática encontramos el incremento de la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L de 87.9% a 94.5%, teniendo en cuenta, que se hizo estudio a la máquina pesada con mayor criticidad lo cual fue analizado mediante el estadístico T-Student que valido dicho resultado como significativo. Según el estudio realizado por Angulo (2014) en su tesis cuyo título es propuesta de modificación de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los grupos de generadores de la central Hidroeléctrica Cahua, encontramos los variables iguales a lo nuestro lo cual nos permitió comparar los resultados, la unidad del estudio fue dos grupos de generados y los resultados para la primera es 23% a 55% de confiabilidad y para segundo grupo generadores de 28% a 60% de confiabilidad de la misma manera fue analizado mediante estadístico T-Student y validado como resultado significativo y se confirma que la confiabilidad incrementó en ambos estudios con la implementación del mantenimiento preventivo. (Ver pág. 22)

De los resultados obtenidos del presente estudio se puede deducir que el mantenimiento preventivo es muy importante ya que maximiza la eficacia operativa de la maquinaria pesada, gracias a ello la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L de la empresa incremento a 6.6% en los últimos 6 meses de 2018. Lo cual se encuentra coincidencia con el estudio realizado por Buelvas y Martínez (2014) en su tesis titulada elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L y L, como resultado obtuvieron incremento de la confiabilidad y disponibilidad a 9% con respecto a las máquinas pesadas, vehículos y camiones pesadas. Tal como lo conceptualiza Alpizar (2018), que el mantenimiento preventivo es el conjunto de actividades que se realizan en un equipo, componentes o sistemas, con la finalidad de operar en su máxima eficiencia, evitando la ocurrencia de paradas forzadas o imprevistas. (Ver pág. 23)

La problemática planteada en esta investigación se resolvió a través del plan de mantenimiento preventivo donde se incrementó la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria excavadora CAT-336D2L, minimizando las fallas y paradas de la misma manera cumpliendo las expectativas del cliente. Según Cerrón en su tesis titulada influencia de RCM en la disponibilidad de los elevadores de cangilones de la refinería votorantim metáis, Cajamarquilla S.A. la problemática del estudio fue en que como

influye la implantación del CRM en la disponibilidad. Los resultados son los siguientes después de la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, RCM valores de disponibilidad mensual variaron entre el 96.08% y el 96.06% para el elevador EC2358; entre 96.36% y el 96.63% para el elevador EC2359; entre 97.50% y el 97.49% para el elevador EC2360 y entre 97.50% y el 97.91% para el elevador EC2361; lo que indica que con la implementación del RCM, en todos los casos ha permitido superar el valor del 95% que es lo apropiado según las especificaciones técnicas de estas máquinas y el cumplimiento de trabajos según los clientes requiera. (Ver pág. 23-24)

La implementación del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de la Excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018. Se tiene que la media de la confiabilidad antes de aplicación el plan es de 87.9% y después de aplicación 94.5%. De los resultados obtenidos se afirma que al implementar el plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad en 94.5%. Dicho eso, el resultado es próximo de acuerdo al estudio realizado por los autores Guevara y Tapia (2015), cuyo título de la investigación fue propuesta de un plan de mantenimiento total para la maquina pesada en la empresa Ángeles-Proyecto minero la granja. Se describió al principio los datos y hechos de los equipos pesados de la empresa para determinar los resultados. Según los indicadores del mantenimiento las maquinas disponen de disponibilidad y rendimiento que oscilan entre los 97.08% y 99.96% y una confiabilidad de 94% considerando que son nuevas, debido a los resultados altos del estudio mencionado, implica la participación del personal capacitado, mejoras continuas y un plan de mantenimiento para mantener los niveles de confiabilidad. (Ver la pág. 24,25)

De la (**Tabla 08**) del presente investigación, al diagnosticar la criticidad se demostró que la criticidad de la máquina excavadora CAT-336D2L es crítico, gracias a ello identificamos los componentes y sistemas más críticos de la máquina, además permitió realizar programas de mantenimiento preventivo para prevenir posibles fallas, razón por lo cual el estudio tratado por los autores Jiménez y Patiño (2017), cuyo título es propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la línea piloto, coincidimos con su diagnóstico donde indica que al determinar la criticidad de los equipos facilita la creación de tareas o estrategias de mantenimiento que permitan prevenir o mitigar la ocurrencia de fallas. (Ver pág. 25)

Sánchez (2015), afirma en su tesis titulada el mantenimiento preventivo y su influencia en la disponibilidad de la excavadora M322D de la empresa HARSCO, que la disponibilidad al inicio fue 69.47% y después incrementó a 82.25%. De acuerdo los resultados obtenidos en esta investigación se afirma que la confiabilidad antes fue de 87.9% y después se incrementó a 94.5%, en conclusión, se podría decir que si influye el mantenimiento preventivo en el incremento de la confiabilidad y disponibilidad. (Ver pág. 25-26)

Villegas (2016), en su tesis titulada propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa MANFER S.R.L. tipo de estudio fue no experimental con características descriptivas y explicativas lo cual permite el diagnóstico y la evaluación del problema planteado. Se analizó la gestión actual determinando la falta de competencia y la baja disponibilidad en 68,27% de los equipos y lo cual afecta directamente a la producción. Se presenta la propuesta de gestión que permitió optimizar la disponibilidad de los equipos desde un 68.27% a un 78.47%. Por lo que son similares los resultados obtenidos en esta investigación científica que incremento la confiabilidad de 87.9% a 94.5% y la diferencia radica en el tipo y el diseño del estudio. (Ver pág. 26)

## **V. CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos durante la investigación y su desarrollo se llegó a las siguientes conclusiones de la investigación.

Se diagnosticó la criticidad de la excavadora CAT-336D2L a través de análisis de criticidad donde se determinó la frecuencia y consecuencia de fallas, siguiendo los criterios de criticidad establecido en la (Tabla 03), y como resultado de dicho análisis la maquina resultó ser crítico, gracias al análisis realizado se llegó a conocer los puntos más críticos de la máquina que facilitó la realización del plan de mantenimiento preventivo.

Se evaluó la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L, demostrando mediante cálculos de Tiempo Promedio de Reparación de Falla (TPRF) y Tiempo Promedio Entre falla (TPREF), donde la media de confiabilidad antes del estudio es de 87.9%, lo que indica baja confiabilidad de acuerdo a las especificaciones técnicas de la excavadora CAT-336D2L.

Se diseñó el plan de mantenimiento preventivo teniendo en cuenta la criticidad de la excavadora, mencionando los indicadores correspondientes que servirá para llevar un control adecuado de las actividades en cada mes para anticipar las ocurrencias de fallas próximas y así mantener la confiabilidad adecuada de la excavadora CAT-336D2L.

Se demostró el incremento de la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L mediante los cálculos de (TPRF) y (TPREF), donde la media de confiabilidad después de implementar el plan de mantenimiento preventivo incrementó a 94.5%, que significa buena confiabilidad de acuerdo a las especificaciones técnicas de la excavadora CAT-336D2L.

La confiabilidad de una maquina es excepcional para el desarrollo de las actividades diarias, para mantener dicha dimensión en un parámetro normal tiene que primar mantenimiento preventivo porque es una herramienta fundamental para la conservación de la excavadora, va permite maximizar la producción, proporciona eficiencia, confiabilidad, disponibilidad, productividad y garantiza el cumplimiento de trabajo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Las actividades de mantenimiento preventivo programadas de esta investigación son tareas para cumplir, por ello se recalca a la empresa a efectuar de manera progresiva con mucha responsabilidad para obtener resultados de mejora e inculcarles a quienes, que son corresponsables a efectuar el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada.

Para efectuar diferentes actividades de mantenimiento preventivo programado a la maquinaria pesada, recomendamos realizar las inspecciones en seco, posteriormente lavar y regresar a inspeccionar para asegurar cualquier inconveniente y también no olvidar de colocar la tarjeta de no operación y el candado de bloqueo para evitar cualquier accidente.

Para llevar a cabo el mantenimiento preventivo adecuadamente recomendamos capacitar personal por los menos cada 6 meses.

También se recomienda llevar un registro ordenado de mantenimiento preventivo realizado y de las fallas presentadas durante la intervención ya que estos registros sirven para estimar la vida útil y el ciclo de mantenimiento de la maquinaria pesada.

Por otro lado, se recomienda seguir actualizando los programas de mantenimiento preventivo programado en este estudio, ya que cada vez con el pasar de los años las maquinas son fabricados con distintos sistemas de funcionamiento.

## REFERENCIAS

ALPIZAR, Emilio. Mantenimiento Capitulo 5. [En línea]. [Fecha de Consulta. 23 de abril de 2018]. Disponible en [http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/manual4/ma4\\_cap5.pdf](http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/manual4/ma4_cap5.pdf)

ANGULO, Cristian. Propuesta de modificación de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los grupos generadores de la central hidroeléctrica Cahua. Tesis (Bachiller en ingeniero mecánico). Perú, Huancayo: Universidad Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2017. 99 pp.

ARATA, Adolfo. Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. Chile. 2009. 104 pp. ISBN: 9789562846585

ARQUES, José. Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario. España: Díaz de Santos. 2009. 3 Pp. ISBN: 9788479789169

ARREDONDO, María. Contabilidad y análisis de costos. 2da. ed. México. Grupo Editorial Patria, s.a. de C.V., 2015.8 pp. ISBN 9786077442837

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. México: Grupo editorial patria. 2014. 43.pp. ISBN: 9786077440031

BELÉN, Abella. Mantenimiento Industrial. España: Universidad Carlos III Madrid. 2011. 48pp.

Biblioteca Nacional del Perú. INEI. Lima, 2017. Disponible en [https://municipioaldia.com/wp-content/uploads/1/2017/04/libro\\_datos-unicipales\\_INEI.pdf](https://municipioaldia.com/wp-content/uploads/1/2017/04/libro_datos-unicipales_INEI.pdf)

BUELVAS, Camilo y MARTÍNEZ, Kevin. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L. Tesis de grado para ingeniería mecánica. Barranquilla, Colombia: Universidad Autónoma del caribe, Facultad de la Ingeniería. 2014. Pp. 72. Disponible en <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/813/TMEC%201144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BRADLEY, Edgar. Reliability Engineering: A life cycle approach. England. Ed CRC Press, 2016. 10 pp. ISBN: 9781498765848



CALVO José y *et al.* El binomio de la automatización y el TPM. Universidad de la Coruña. [Fecha de consulta: 17 de abril de 2018]. Disponible en [https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual\\_ISO.pdf](https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf)

CÁRCEL, Javier. Planteamiento de un modelo de mantenimiento industrial basado en técnicas de gestión del conocimiento. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2014. 201 pp. ISBN: 9788494187285

CERRÓN, José. Influencia del RCM en la disponibilidad de los elevadores de cangilones de la refinería Votorantim Metais – Cajamarquilla S.A. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Perú, Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica. 2016. 20 pp. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3639/Cerr%C3%B3n%20Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHOUHAN, Richa. An integrated production and preventive maintenance planning model for an ageing and deteriorating production systems with limits historical data. India. HCTL open publications solutions. 2015. 10 pp. ISBN: 9781629517407.

ELSAYED, A. Reliability Engineering. New Jersey. 2da. ed. Editor: Jhon Wiley & Sons, 2012. 4 pp. ISBN 9781118309544

GARCÍA, Santiago. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento. *En su*: Los objetivos del departamento de mantenimiento. Renovetec. 2009-2012. 1-10 pp.

GARCÍA, Santiago. Organización y gestión integral del mantenimiento. España: Díaz de Santos S.A. 2010. 17 pp. ISBN: 9788479785482

GONZALES, Francisco. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 4ta. ed. Fundación confemetal: Madrid, España. 2011. Pp. 75. ISBN: 9788492735853

GUERRERO, Ramón. Mantenimiento preventivo de sistemas domésticos e inmóticos. Innovación y cualificación s.l. 2018. 24-26 Pp. ISBN: 978841662947-3

GUEVARA, Juan y TAPIA, Ever. Propuesta de un plan de mantenimiento total para la maquinaria pesada en la empresa ángeles – proyecto minero la granja. Tesis para optar título. Chiclayo, Perú: Universidad César Vallejo. 2013. Pp. 117. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10087/tapia\\_fe.pdf?sequence=1](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10087/tapia_fe.pdf?sequence=1)

HERNÁNDEZ Arturo y et al. Metodología de la investigación científica. Ecuador: 2018. 85 pp. ISBN: 97884 94825705

JIMENEZ, Érica y PATIÑO, Marcela. Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en línea piloto en la compañía nacional de CHOCOLATES S.A. Tesis (para obtener el título Ingeniero de Producción). Colombia, Bogotá: universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad tecnológica ingeniería de producción. 2017. 61 pp. Disponible en <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7021/1/JimenezSilvaErikaEstephania2017.pdf>

MATTHEW, Stephens. Productivity and Reliability-Based Maintenance Management. United States of America. Purdue University, 2010. 326 pp. ISBN: 9781557535924

OLARTE, William, BOTERO, Marcela y CAÑON Benhur. Importancia del mantenimiento Industrial dentro de los procesos de producción. Vol. 16, n.44. Abril, 2010. 354 pp. ISSN: 0122-1701

OYANADEL Cortes, José. Mantenibilidad en proyectos de inversión. Tesis (Título de magister en gestión y dirección de empresas). Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Industrial, 2013. 12pp.

PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos. Sevilla, España: INGEMAN. 2012. 3 pp. ISBN: 9788495499677

PAZ, Carolina, JAEGER, Luis y CHARQUERO, Matilde. Recepción y lavado de servicios de catering. España: Elearning s.l. 2014. 26 pp. ISB: 9788415859017

Plan de mantenimiento. RENOVETEC. 25 de abril 2018. Disponible en: <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>

RÁMIREZ Castaño, Samuel. Análisis de datos de falla. Tesis (Magister en Ingeniería Eléctrica). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2014. 28 pp.

RODRÍGUEZ, Víctor. Diagnóstico de averías en pequeños electrodomésticos y herramientas eléctricas. 5ta. ed. España: Elearning s.l. 2015. 93 pp. ISBN: 9788416557486

ROMERO, José. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón. Sevilla: noviembre de 2013. [Fecha de consulta: 16 abril de 2018]. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5311/fichero/POR TADA.pdf>

SÁNCHEZ, Manuel. El mantenimiento preventivo y su influencia en la disponibilidad de la excavadora M322D de la empresa HARSCO, nuevo Chimbote. Tesis (Para optar título de ingeniero industrial). Chimbote: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería. 2015. 177 pp.

SEAS (Estudios Abiertos Superiores). Gestión de mantenimiento 1. España. 2012. Pp.18, 19-250. ISBN: 9788415545606

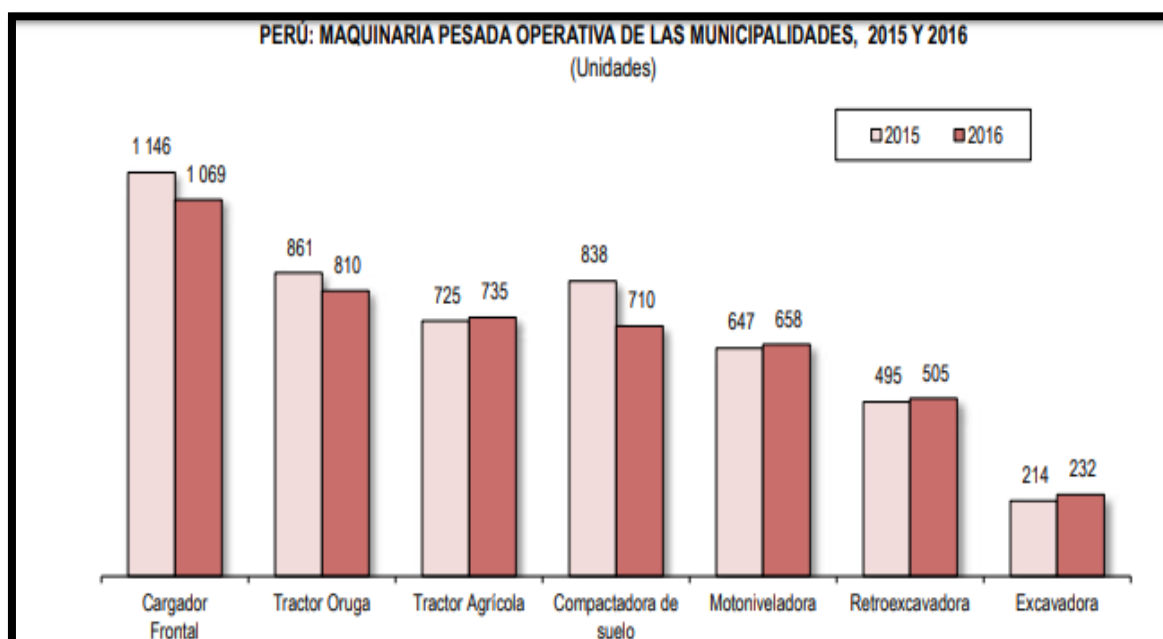
TAMAYO y TAMAYO Mario. El proceso de la Investigación Científica. 4ta ed. México: Limusa S.A. 2010. 183 pp. ISBN: 9681858727

VILLEGAS, Juan. Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa “MANFER S.R.L.” contratistas generales. Tesis para optar el título. Arequipa: Universidad Católica San Pablo, 2016. Pp. 330. Disponible en: [file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/VILLEGAS\\_ARENAS\\_JUA\\_OPT.pdf](file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/VILLEGAS_ARENAS_JUA_OPT.pdf)

VIVEROS, Pablo et al. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Ingeniare. Rev. Chil. ing. [online]. 2013, vol.21, n.1 [citado 2018-06-19], pp.125-138. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052013000100011&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011&lng=es&nrm=iso).ISSN:0718-3305.<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>.

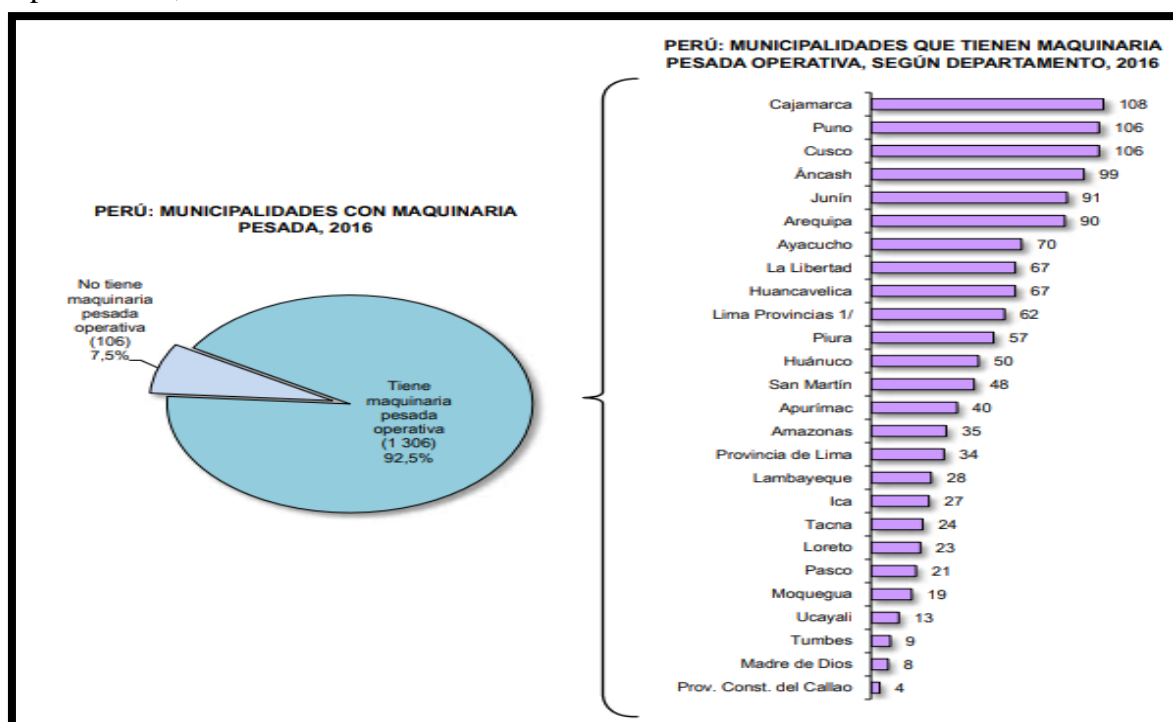
## ANEXOS

**Anexo N° 01:** Estadística de Maquinaria Pesada Operativa de las Municipalidades, 2015 y 2016



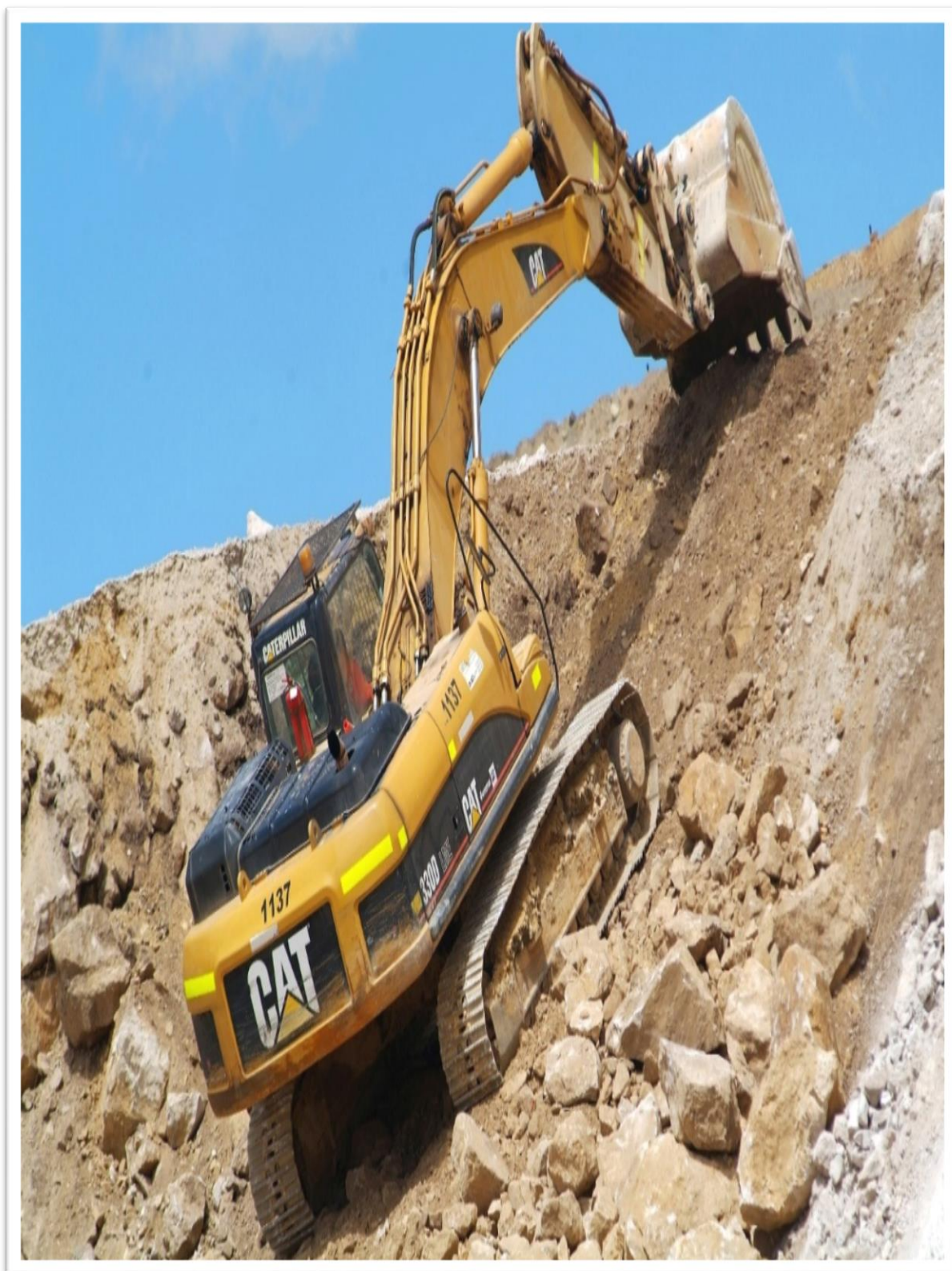
**Fuente:** Instituto Nacional de Informática – Registro Nacional del Municipalidad

**Anexo N° 02:** Estadística de Municipalidades que tienen maquinaria pesada operativa, según departamento, 2016



**Fuente:** Instituto Nacional de Informática – Registro Nacional del Municipalidad

**Anexo N° 03: Excavadora Cat-336D2L**



**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 04:** Tabla de costo de mantenimiento preventivo y correctivo

[illegible]

**Fuente:** Empresa y elaboración propia

**Anexo N° 05:** Cumplimiento de actividades programadas y horas programadas

Mes	Actividades ejecutadas	Actividades planificadas	% Cumplimiento
Enero	18	18	100%
Febrero	7	7	100%
Marzo	16	16	100%
Abril	27	27	100%
Mayo	14	14	100%
Junio	18	18	100%
Julio	13	13	100%
Agosto	20	20	100%
Septiembre	21	21	100%
Octubre	16	16	100%
Noviembre	12	12	100%
Diciembre	27	27	100%
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>113</b>	<b>100%</b>
$CAPM = \frac{\text{Actividades ejecutadas}}{\text{Actividades planificadas}} \times 100$			

Mes	Horas ejecutadas	Horas planificadas	% Cumplimiento
Enero	18.5	18.5	100%
Febrero	5.5	5.5	100%
Marzo	18.5	18.5	100%
Abril	28	28	100%
Mayo	14	14	100%
Junio	20.5	20.5	100%
Julio	11.5	11.5	100%
Agosto	20.5	20.5	100%
Septiembre	25.5	25.5	100%
Octubre	14.5	14.5	100%
Noviembre	12	12	100%
Diciembre	29.5	29.5	100%
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>
$CHMP = \frac{\text{Horas realizadas}}{\text{Horas planificadas}}$			

**Fuente:** Elaboración propia



## Anexo N° 06: Informe Técnico

	<b>INFORME TECNICO EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TERC	
			FECHA	26/08/2018
			PAGINA	1/2

<b>ASUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336D2L</b>
----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>26/08/2018</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>				
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY		RUC N° 20530832423	
REPRESENTANTE	JAIME PRUDENCIO		TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO. DIAGNOSTICO DE FALLA		



  

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	CAT336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHASIS	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIO Y REALIZADO</b>				

<b>4.- FIRMA</b>		
<b>REPRESENTANTE DE LA EMPRESA</b> Nombre: JAIME PRUDENCIO Cargo: SUB GERENTE Firma:	<b>INSPECCION</b> Nombre: JUAN AVILA CAMONES Cargo: TECNICO MECANICO Firma: 	<b>PROVEEDOR</b> Nombre: JAIME PRUDENCIO Cargo: SUB GERENTE Firma: 

Fuente: Empresa




**Anexo N° 07: Análisis de Criticidad**

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LAS EXCAVADORAS CATERPILLAR										
ITEM	MAQUINAS	F	I.O	F. O	C. M	IS y S	I. A	C	C.T	E. Criticidad
1	Excavadora 340D2L	2	5	2	1	3	3	17	34	CM
2	Excavadora CAT-374FL	3	5	2	1	3	4	18	54	CM
3	Excavadora CAT-330FL	1	2	2	1	4	4	13	13	CB
4	Excavadora CAT-335FL	2	7	2	1	4	3	22	44	CM
5	Excavadora CAT-320E	1	3	1	1	1	1	6	6	CB
6	Excavadora CAT-320CL	3	6	2	1	3	2	18	54	CM
7	Excavadora CAT-336D2L	3	8	3	1	4	6	35	105	C.A
8	Excavadora CAT-320BL	1	3	1	1	1	1	6	6	CB
9	Excavadora CAT-330DL	2	6	2	1	3	3	19	38	CM
10	Excavadora CAT-336DL	3	5	2	1	3	4	18	54	CM
CÁLCULO DE CRITICIDAD										
Criticidad total = Frecuencia X Consecuencia					Consecuencia = (I.O x F.O) + CM + ISS e H + I.A					
LEYENDA										
Rango					Nivel de criticidad					
60 => Criticidad =< 125					Criticidad Alta					CA
25 => Criticidad =< 59					Criticidad Media					CM
0 => Criticidad =< 24					Criticidad Baja					CB


**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo N° 08: Reporte de Mantenibilidad**

		<b>EMPRESA "SEÑOR DE POMALLUCAY"</b>		<b>REP. N°: 1</b>
<b>REPORTE DE MANTENIBILIDAD</b>				
<b>DATOS DEL TECNICO</b>		Juan Ávila Camones		
<b>FECHA</b>				
EQ.		EXCAVADORA CAT-336D2L	DETALLES	
ITEM	MES	FALLAS	HORA TOTAL DE REPARACIÓN	NUMERO DE FALLAS
1	JULIO			
2				
3				
4				
8	MAYO			
9				
10				
16	JUNIO			
17				
18				
19	JULIO			
20				
21				
25	AGOSTO			
26				
27				
28				
32	SETIEMBRE			
33				
34				
35				
<b>TOTAL</b>				

**Fuente:** Elaboración propia


**Anexo N° 09: Reporte de Fiabilidad**

		<b>EMPRESA "SEÑOR DE POMALLUCAY"</b>		<b>REP. N°:</b>		
<b>REPORTE DE FIABILIDAD</b>						
<b>DATOS DEL TECNICO</b>		Juan Ávila Camones				
<b>FECHA</b>						
<b>EQUIPO:</b>		<b>DETALLES</b>				
ITEM	MES	FIABILIDAD DE MAQUINA	HORA TOTAL DE OPERACION	HORA DE MORADA EN REPARAR CADA MES	HORA TOTAL ACTIVO	NF
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
<b>TOTAL</b>						

**Fuente:** Elaboración propia

# INFORME TÉCNICO ANTES DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Anexo N° 10: Informe Técnico de mes de Julio del 2017-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TERC	
			FECHA	04/07/2017
			PAGINA	1/2

<b>ASUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>04/07/2017</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20630832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA



  

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHA 318	


<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>	
1. El motor presenta ruido en el cilindro, falla en el juego de válvulas	
2. Deficiente traslado de la pluma, válvula de control defectuoso	
3. No existe voltaje en el sistema, cables de batería en mal estado	
4. Inestabilidad en el tren de rodamiento, desgaste de zapatas, eslabones, pines, bujes, sellos	

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		

Fuente: Empresa

**Anexo N° 11:** Informe Técnico de mes de Julio del 2017-parada II

	<b>INFORME TECNICO DE FALLAS DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>	GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TEC	
		FECHA	23/07/2017
		PAGINA	1/2

<b>ASUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336D2L</b>
----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>23/07/2017</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423
REPRESENTANTE	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA


  

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	CAT-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHA 318	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>
1. Humo negro excesivo, fugas en el sistema de escape y admisión de aire
2. Ruido mecánico en el motor, los accesorios del motor no están funcionando correctamente
3. Recalzado del cucharón, desgaste

<b>4.- FIRMA</b>		
REPRESENTANTE DE LA EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO MECANICO	Cargo: SUB GERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		


**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 12:** Informe Técnico de mes de Agosto 2017-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE FALLAS DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TEC	
			FECHA	08/08/2017
			PAGINA	1/3
<b>A BUNTO:</b>		<b>DIAGNOSTICO DE FALLA - EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		
<b>FECHA:</b>		08/08/2017		
<b>1.- DATOS GENERALES</b>				
EMPRESA SENOR DE POMALLUCAY		RUC N° 20530832423		
REPRESENTANTE JAIME PRUDENCIO		TEC. EVALUADOR JUAN AVILA CAMONES		
LUGAR EVAL. TALLER JANGAS		CONDICION EQUIPO. DIAGNOSTICO DE FALLA		
<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	CAT-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHA 318	
<b>3.- DIAGNOSTICO DE FALLA, COMENTARIOS REALIZADOS</b>				
1. Desgaste prematuro del motor, no se cambió el aceite en el tiempo indicado.				
2. Refrigerante en el aceite del motor, fisuras en la camiseta del cilindro				
3. Demasiada alta la temperatura del refrigerante, Bajo nivel de refrigerante.				
4. Aceite del motor contaminado, Fuga de agua del refrigerante				
<b>4.- FIRMA</b>				
REPRESENTANTE DE LA EMPRESA		INSPECCION		PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO		Nombre: JUAN AVILA CAMONES		Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE		Cargo: TECNICO MECANICO		Cargo: SUB GERENTE
Firma		Firma:		Firma:
				

**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 13:** Informe Técnico de mes de Agosto del 2017-parada II

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT-PROP/TERC	
			FECHA	25/08/2017
			PAGINA	1/3

<b>A SUNTO:</b>	<b>FALLAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
-----------------	---------------------------------------

<b>FECHA:</b>	<b>25/08/2017</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA

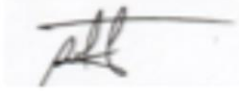

  

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHA 818	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>
1. Aceite del motor en el sistema de escape, sellos del turbo compresor averiado
2. No se puede alcanzar las RPM máximas del motor, las tuberías de combustible están aplastadas
3. La temperatura del refrigerante es demasiado alta, el termostato del agua no está funcionado correctamente
4. No existe fuerza, mala operación exceso de juego en la barra de sujeción del cucharón.

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma:	Firma:	Firma:
		

**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 14:** Informe Técnico de mes de Setiembre de 2017-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE FALLAS DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT-PROP/TEHC	
			FECHA	14/09/2017
			PAGINA	1/2

<b>A SUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
-----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>14/09/2017</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20630832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA

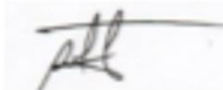
  

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHA 818	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>
1. Recalzado de uñas del cucharón, desgaste
2. Recalzado del cucharón, desgaste
3. Perdida de voltaje en el sistema, correas gastas y resbaladizas


  

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		

**Fuente:** Empresa



**Anexo N° 15:** Informe Técnico de mes de Octubre 2017-parada

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-INF/CAT PROP/TERC	
			FECHA	04/10/2017
			PAGINA	1/15

<b>A SUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
-----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>04/10/2017</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20630832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA


  

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHASIS	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>
1. El motor presenta ruido en el cilindro, falla en el juego de válvulas
2. Deficiente traslado de la pluma, válvula de control defectuoso
3. No existe voltaje en el sistema, cables de batería en mal estado
4. Inestabilidad en el tren de rodamiento, desgaste de zapatas, eslabones, pines, bujes, sellos

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		

**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 16:** Informe Técnico de mes de Noviembre 2017-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TERC	
			FECHA	08/11/2017
			PAGINA	1/1

<b>ASUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>08/11/2017</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHA 318	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>
1. Sobrecalentamiento de refrigerante del motor, paneles del radiador obstruidos
2. Baja presión en el sistema de combustible, diafragma de la bomba manual en ml estado reseco
3. Desmontaje de cadena para cambiar rueda de guía

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		

**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 17:** Informe Técnico de mes de Noviembre del 2017-parada II

	<b>INFORME TECNICO EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TERC	
			FECHA	26/11/2017
			PAGINA	1/2
<b>A UNTO: FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336D2L</b>				
<b>FECHA:</b>			<b>26/11/2017</b>	
<b>1.- DATOS GENERALES</b>				
EMPRESA SENOR DE POMALLUCAY		RUC N° 20530832423		
REPRESENTANTE JAIME PRUDENCIO		TEC. EVALUADOR JUAN AVILA CAMONES		
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO: DAGO NOSTICO DE FALLA		
<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	CAT336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHASIS	
<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>				
1. Recalzado de cuchacharón, desgaste				
2. Cambio de uñas del cucharón, desgaste				
3. Cambio de pines de cucharón				
4. Cambio de bocina de cucharón				
<b>4.- FIRMA</b>				
REPRESENTANTE DE LA EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR		
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO		
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO MECANICO	Cargo: SUB GERENTE		
Firma	Firma:	Firma:		
				

**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 18:** Informe Técnico de mes de Diciembre del 2017-Parada I

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TERC	
			FECHA	20/12/2017
			PAGINA	1/2
<b>ASUNTO:</b>		<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		
<b>FECHA:</b>		<b>20/12/2017</b>		
<b>1.- DATOS GENERALES</b>				
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423	
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES	
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA	
<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHASIS	
<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>				
1.Manguera del control de bombas con fuga de aceite, manguera reseca				
2.Mangueras del cilindro boom con fuga, mangueras con alambres expuesto				
3.Cilindro hidráulico del cucharón presenta fuga excesiva, vástago del cilindro con fuertes golpes				
4.Fuga de aceite por la parte posterior del motor, reten de cigüeñal reseco				
<b>4.- FIRMA</b>				
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR		
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO		
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE		
Firma	Firma:	Firma:		
				

**Fuente:** Empresa

# INFORME TÉCNICO DESPUES DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Anexo N° 19: Informe Técnico de mes de Abril 2018-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TEC	
			FECHA	12/04/2018
			PAGINA	02

<b>A SUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
-----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>12/04/2018</b>
---------------	-------------------

1.- DATOS GENERALES			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA

2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA			
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L
		PLACA	
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHA 318

3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS
1.El motor funciona inestablemente, correas gastadas del alternador
2. Recalentamiento del motor, tapa del radiador en mal estado

4.- FIRMA		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		

Fuente: Empresa



**Anexo N° 20:** Informe Técnico de mes de Mayo del 2018-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		FECHA	16/05/2018
			PAGINA	1/2

<b>ASUNTO:</b>	<b>FALLAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
----------------	---------------------------------------

<b>FECHA:</b>	<b>16/05/2018</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423
CONTACTO	JAMIE PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHASIS	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>
1. Pérdida de fuerza del motor , saturación del filtro de aire
2. Bajo nivel de refrigerante, manguera deteriorada
3. Recalentamiento del motor, aletas del ventilador rotos

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAMIE PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAMIE PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		

**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 21:** Informe Técnico de mes de Junio del 2018-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE FALLAS DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT-PROP/TEC	
			FECHA	04/06/2018
			PAGINA	1/1

<b>ASUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>04/06/2018</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHASIS	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>	
1. Aire sucio en la cabina, limpiar los filtros del acondicionador	
2. Tension inadecuada de batería, agregar electrolito	
3. Recalzado de uñas del cucharón, desgaste	
4. Recalzado del cucharón, desgaste	

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		

**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 22:** Informe Técnico de meses de Julio del 2018-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TEC	
			FECHA	22/07/2018
			PAGINA	1/2

<b>A SUUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
------------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>22/07/2018</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHASIS	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>
1. Ruidos anormales al girar, nivel bajo de aceite en la caja de maquinaria de giro, agregar aceite
2. Deficiente traslado de la pluma, falta de lubricación en el conector del brazo

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		

**Fuente:** Empresa



**Anexo N° 23:** Informe Técnico de Meses de Agosto del 2018-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TERC	
			FECHA	16/08/2018
			PAGINA	1/2

<b>ASUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>16/08/2018</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHASIS	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>
1. Deficiente traslado de la pluma, falta de lubricación en el pasador de acople del brazo
2. Ruidos anormales al girar, falta lubricación en el círculo de giro
3. Deficiente traslado de la pluma, falta de lubricación en el pasador de unión del eslabón

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUB GERENTE
Firma	Firma: 	Firma: 

**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 24:** Informe Técnico de mes de Setiembre del 2018-parada I

	<b>INFORME TECNICO DE EXCAVADORA CAT-336D2L</b>		GP-INF/TEC-MP/CAT PROP/TERC	
			FECHA	16/09/2018
			PAGINA	1/2

<b>A SUNTO:</b>	<b>FALLAS PRESENTADAS - EXCAVADORA CAT-336DL2</b>
-----------------	---

<b>FECHA:</b>	<b>16/09/2018</b>
---------------	-------------------

<b>1.- DATOS GENERALES</b>			
EMPRESA	SEÑOR DE POMALLUCAY	RUC N°	20530832423
CONTACTO	JAIME PRUDENCIO	TEC. EVALUADOR	JUAN AVILA CAMONES
LUGAR EVAL.	TALLER JANGAS	CONDICION EQUIPO.	DIAGNOSTICO DE FALLA

<b>2.- DATOS DE LA EQUIPO Y/O MAQUINA</b>				
MAQUINA	Excavadora	MODELO	Cat-336D2L	PLACA
MARCA	CATERPILLAR	SERIE MOTOR	N° CHA 318	

<b>3.- FALLAS, COMENTARIOS REALIZADOS</b>
1. Dificultad en el arranque del motor, reemplazar el pre filtro de combustible
2. Incremento de la temperatura del aceite hidráulico, falta aceite en el deposito
3. Las luces no brillan intensamente, correa floja del ventilador

<b>4.- FIRMA</b>		
EMPRESA	INSPECCION	PROVEEDOR
Nombre: JAIME PRUDENCIO	Nombre: JUAN AVILA CAMONES	Nombre: JAIME PRUDENCIO
Cargo: SUB GERENTE	Cargo: TECNICO	Cargo: SUBGERENTE
Firma	Firma:	Firma:
		

**Fuente:** Empresa

**Anexo N° 25: Matriz de Consistencia**

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE MAQUINARIAS PESADAS EN LA EMPRESA “SEÑOR DE POMALLUCAY”, JANGAS, 2018</b>					
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSION E INDICADORES</b>	<b>METODOLOGIA</b>
<b>Problema Principal</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> <b>X1 = Plan de Mantenimiento preventivo</b>	<b>X1.1: Costo de mantenimiento</b>  <b>X1.1.1:</b> Costo de M.O + Costo de Mantenimiento Correctivo.  <b>X1.1.2:</b> Costo de M.O + Costo de Mantenimiento Preventivo	<b>Población</b>  10 Excavadoras
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>			<b>Muestra</b>  La Excavadora CAT-336d2l
¿En qué medida el plan de mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de la Excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?	Implementar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de maquinarias pesadas en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, contribuirá a incrementar la confiabilidad de la Excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.			
¿Cuál es el estado inicial de criticidad de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?	Diagnosticar el estado inicial de criticidad de la excavadora CAT 336-D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	El diagnóstico del estado inicial de criticidad de la Excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 es crítico.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> <b>Y1: Confiabilidad</b>	<b>Y1.1: Diagnostico</b>  Y1.1.1: Informe Técnico	<b>Tipo de investigación</b>  Aplicada
¿Cuál es la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?	Evaluar la confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	La confiabilidad de la excavadora CAT-336D2L antes de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018 es confiable.		<b>Y1.2: Criticidad.</b> <b>Y1.2.1:</b> C = Frecuencia X Consecuencia	<b>Diseño de Investigación:</b>  Experimental en el grupo pre-experimental
¿Cómo influye el plan de mantenimiento preventivo para la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?	Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	El plan de mantenimiento preventivo para la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018, incrementa la confiabilidad.		<b>Y1.3: Mantenibilidad.</b> <b>Y1.3.1:</b> TPRF = HTR/NF	
¿Cuánto incrementa la confiabilidad después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo en la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018?	Determinar el incremento de la confiabilidad después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018.	La confiabilidad después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo de la excavadora CAT-336D2L en la empresa Señor de Pomallucay, Jangas, 2018, incrementa.		<b>Y1.4: Fiabilidad</b> Y1.4.1: TPREF = HTO/NF	

**Fuente:** Elaboración propio

Huaraz 19 de Junio del 2018

Asunto: Validación de Instrumentos de Recolección de Datos.

Nombre: Ing. Leopoldo Edmundo Guardia del Aguila

Nosotros: Amado Albornoz Luis Antonio con DNI 47068652 y Campos Palacios Yoner Raul con DNI 45914574, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial del X ciclo, tenemos el agrado de dirigirnos a usted, para manifestarle nuestro cordial saludo. Acudimos a usted, para la validación y aprobación de los instrumentos de recolección de datos:

Anexo 04: Presupuesto de las actividades

Anexo 05: Cumplimiento de actividades y tiempo

Anexo 06: Informe técnico

Anexo 07: Análisis de criticidad

Anexo 08: Reporte de Mantenibilidad

Anexo 09: Reporte de Fiabilidad

Esperando su aprobación y atención a la presente nos despedimos:

INFORMACION PARA LA VALIDACIÓN	PERTINENTE	
	SI	NO
Existe coherencia con la variable y la dimensión	✓	
Existe coherencia con la variable y el indicador	✓	
La redacción de los ITMS se relaciona con los indicadores	✓	
El indicador está claramente definido y muestra precisión en la respuesta	✓	

DNI: 08642781  
CIP: 103721



"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL"

Huaraz 19 de Junio del 2018

Asunto: Validación de Instrumentos de Recolección de Datos.

Nombre: Mg. Robert Fabián Guevara Chinchayan

Nosotros: Amado Albornoz Luis Antonio con DNI 47068652 y Campos Palacios Yoner Raul con DNI 45914574, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial del X ciclo, tenemos el agrado de dirigirnos a usted, para manifestarle nuestro cordial saludo. Acudimos a usted, para la validación y aprobación de los instrumentos de recolección de datos:

Anexo 04: Presupuesto de las actividades

Anexo 05: Cumplimiento de actividades y tiempo

Anexo 06: Informe técnico

Anexo 07: Análisis de criticidad

Anexo 08: Reporte de Mantenibilidad

Anexo 09: Reporte de Fiabilidad

Esperando su aprobación y atención a la presente nos despedimos:

INFORMACION PARA LA VALIDACION	PERTINENTE	
	SI	NO
Existe coherencia con la variable y la dimensión	✓	
Existe coherencia con la variable y el indicador	✓	
La redacción de los ITMS se relaciona con los indicadores	✓	
El indicador está claramente definido y muestra precisión en la respuesta	✓	

Mg. ROBERT GUEVARA CH  
CIP 72486

Huaraz 19 de Junio del 2018

Asunto: Validación de Instrumentos de Recolección de Datos.

Nombre: Dr. Ing. Henry Joseph Del Castillo Villacorta

Nosotros: Amado Albornoz Luis Antonio con DNI 47068652 y Campos Palacios Yoner Raul con DNI 45914574, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial del X ciclo , tenemos el agrado de dirigirnos a usted, para manifestarle nuestro cordial saludo. Acudimos a usted, para la validación y aprobación de los instrumentos de recolección de datos:

Anexo 04: Presupuesto de las actividades

Anexo 05: Cumplimiento de actividades y tiempo

Anexo 06: Informe técnico

Anexo 07: Análisis de criticidad

Anexo 08: Reporte de Mantenibilidad

Anexo 09: Reporte de Fiabilidad

Esperando su aprobación y atención a la presente nos despedimos:

INFORMACION PARA LA VALIDACION	PERTINENTE	
	SI	NO
Existe coherencia con la variable y la dimensión	✓	
Existe coherencia con la variable y el indicador	✓	
La redacción de los ITMS se relaciona con los indicadores	✓	
El indicador está claramente definido y muestra precisión en la respuesta	✓	



Firma

DNI: 32982461

C.I.P. 50337

## DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR EL ESTUDIO



**EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCA Y S.R.L.**

Calidad-Seguridad-Medio Ambiente y Responsabilidad Social

### AUTORIZACION PARA REALIZAR EL ESTUDIO

03 de Abril de 2018

GERENTE: Lorenzo Prudencio Zarzosa

SUB GERENTE. SUB/SEGUR: Jaime Prudencio Nolasco

DIRECCIÓN: Avenida San José Mza: 7 Lot: 6 JANGAS- HUARAZ -ANCASH.

El presente documento autoriza a Amado Albornoz Luis Antonio y Campos Palacios Yoner Raúl, para que lleven a cabo su investigación en nuestra empresa Señor de Pomallucay. Titulada: "PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LA EXCAVADORA CAT-336D2L EN LA EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY, JANGAS 2018".

GRUPO SEÑOR POMALLUCAY S.R.L.  
RUC: 20180832423  
  
Jaime Prudencio Nolasco  
SUB GERENTE

JAIME PRUDENCIO NOLASCO  
SUB GERENTE

Oficina Av. San José Mza 7 lote 6 Jangas-Huaraz-Ancash -Perú  
Tel 043-631036, Cel 969817563 - Rpe 961716158  
E-mail: [grupo\\_pomallucay@hotmail.com](mailto:grupo_pomallucay@hotmail.com)  
[jprudencio@grupopomallucay.com](mailto:jprudencio@grupopomallucay.com)  
Site Web: [www.grupopomallucay.com](http://www.grupopomallucay.com)



## ACTA DE APROBACIÓN DEL PLAN



**EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY S.R.L.**  
Calidad-Seguridad-Medio Ambiente y Responsabilidad Social


### ACTA DE APROBACION

En la ciudad de Jangas siendo el 28 del mes de marzo de 2018, estando en la sala de reuniones de la Empresa SEÑOR DE POMALLUCAY, contando con la presencia del Gerente General, administrador, jefe logístico y técnicos mecánicos teniendo en consideración de Aprobar:

- El Plan de Mantenimiento Preventivo para la excavadora Cat-336D2L
- Cronograma de Actividades.

Una vez leído y revisado el contenido de ambos temas se procedieron a los intercambios de ideas, sugerencias, observaciones y debate correspondiente tomando una decisión adecuada.

Llegando al acuerdo por unanimidad se Aprobó ambos temas para su desarrollo en la empresa.

  
GRUPO SEÑOR DE POMALLUCAY S.R.L.  
RUC. 20530832423  
Jaime Prudencio Nolasco  
SUB GERENTE  
JAIME PRUDENCIO NOLASCO  
SUB GERENTE

  
GRUPO SEÑOR DE POMALLUCAY S.R.L.  
RUC. 20530832423  
Lorenzo Prudencio Zarzosa  
GERENTE GENERAL

Oficina Av. San José Mza 7 lote 6 Jangas-Huaraz-Ancash -Perú  
Tel 043-631036, Cel. 969817563 - Rpe 961716158  
E-mail: [grupo\\_pomallucay@hotmail.com](mailto:grupo_pomallucay@hotmail.com)  
[jprudencio@grupopomallucay.com](mailto:jprudencio@grupopomallucay.com)  
Site Web: [www.grupopomallucay.com](http://www.grupopomallucay.com)



## CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES Y PROGRAMAS



**EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCA Y S.R.L.**  
Calidad-Seguridad-Medio Ambiente y Responsabilidad Social

**CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

GERENTE: Lorenzo Prudencio Zarzosa  
SUB GERENTE. SUB/SEGUR: Jaime Prudencio Nolasco  
DIRECCIÓN: Avenida San José Mza: 7 Lot: 6 JANGAS- HUARAZ -ANCASH.

El presente documento da por constancia que se está cumpliendo el **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EXCAVADORA 336D2L**.

La empresa Señor de Pomalluca y ha integrado el plan como un modelo a seguir en sus actividades de mantenimiento, cumpliendo paso por paso de acuerdo a lo estipulado en el Plan y el cronograma. La cual es una familiarización con cada proceso de las tareas a seguir.

  
GRUPO SEÑOR DE POMALLUCA Y S.R.L.  
Jaime Prudencio Nolasco  
SUB GERENTE

JAIME PRUDENCIO NOLASCO  
SUB GERENTE

Oficina Av. San José Mza 7 lote 6 Jangas-Huaraz-Ancash -Perú  
Tel 043-631036, Cel 969817563 - Rpe 961716158  
E-mail: [grupo\\_pomallucay@hotmail.com](mailto:grupo_pomallucay@hotmail.com) ,  
[jprudencio@grupopomallucay.com](mailto:jprudencio@grupopomallucay.com)  
Site Web: [www.grupopomallucay.com](http://www.grupopomallucay.com)

# PLAN DE MANTENIMIENTO

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EXCAVADORA												
ITEM	DESCRIPCION	TIPO DE SERVICIO	NÚMERO DE HORAS PREVENTIVO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR UNITARIO (MILLONES DE C.C.)	VALOR TOTAL (MILLONES DE C.C.)	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN
101	REVISIÓN DE MOTOR	MANTENIMIENTO	1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE ACEITE		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE ACEITE		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE AGUA		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE AIRE		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
102	REVISIÓN DE MOTOR	MANTENIMIENTO	1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE ACEITE		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE ACEITE		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE AGUA		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE AIRE		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
103	REVISIÓN DE MOTOR	MANTENIMIENTO	1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE ACEITE		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE ACEITE		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE AGUA		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE AIRE		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1
	REVISIÓN DE FILTRO DE LUBRICACIÓN		1	HORA	1.50	1.50	1	1	1	1	1	1



# DISTRIBUCION DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CATEGORIA	SISTEMA	DESCRIPCION	MESES												Nº DE MANTENIMIENTOS	
			E	F	M	A	M	JUN	JUL	A	S	O	N	D		
M01	MOTOR	INSPECCION DEL MOTOR	1													1
		NIVEL DE ACEITE		1												1
		FILTRO DE AIRE Y PREFILTRO			1											1
		FILTRO DE ACEITE				1										1
		FILTRO DE PETROLIO					1									1
		TURBO COMPRESOR						1								1
		INYECCIONES							1							1
		SELENOIDES								1						1
		SENSOR DE TEMPERATURA									1					1
		SENSOR DE PRESION										1				1
M02	MOTOR	BOMBA DE AGUA														1
		REFRIGERADOR DE ACEITE														1
		REFRIGERADOR														1
		VENTILADOR														1
		CABLES														1
		MANIGUERAS														1
		ABRAZADERAS														1
		SOPORTES DE MOTOR														1
		ALTERNADOR														1
		BATERIAS														1
M03	SISTEMA ELECTRICO	CABLES														1
		FUSIBLES														1
		NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO														1
		FILTROS HIDRAULICOS														1
		BOMBA HIDRAULICA														1
		CONTROL DE VALVULAS														1
		PISTONES														1
		TANQUE HIDRAULICO														1
		CABLES														1
		MANIGUERAS														1
M04	SISTEMA DE MANEJO DE CUBO	CONEXIONES														1
		ENGRANAJES DEL REDUCTOR														1
		MOTOR DE CUBO														1
		MANIGUERAS														1
		PINES Y COJINETES DEL BRAZO														1
		PINES Y COJINETES DE LA PLUMA														1
		PINES Y COJINETES DE VARILLAS DE CUCHARON														1
		CILINDRO DEL BRAZO														1
		CILINDRO DE PLUMA														1
		CILINDRO DE INCLINACION DE LA CUCHERA														1
M05	SISTEMA DE INCLINACION DE LA CUCHERA	CAJENAS ESTADO / TENSION														1
		SPROCKET														1
		RODILLO SUPLETOR														1
		RODILLO INFERIOR														1
		RUEDA DELA														1
		RUEDAS DE CUCHERA														1
		CILINDRO														1
		PROTECTOR DE BARRAS LATERALES, PINES Y RETENCIONES														1
		ADAPTADOR DE CUCHARON														1
		UNIA DE CUCHARON														1
M06	SISTEMA DE CUCHARON	PINES Y SEGURIDAD DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
M07	SISTEMA DE CUCHARON	ADAPTADOR DE CUCHARON														1
		PINES Y SEGURIDAD DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1
		LUBRIFICACION DE LUBRIFICACION														1

GRUPO SEÑOR POMALUYER S.R.L.  
RUC 205083423  
Lorenzo Prudente Zarza  
SUD GERENTE

GRUPO SEÑOR POMALUYER S.R.L.  
RUC 205083423  
Lorenzo Prudente Zarza  
SUD GERENTE

MULTISERVICIOS HERDAN  
RUC 1041648218  
Lorenzo Prudente Zarza  
SUD GERENTE







	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

### ACTA N° 288-2018-EII/UCV-CH

Yo Alfredo Daza Vergaray docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Huaraz, revisor (a) de la tesis titulada "PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LA EXCAVADORA CAT-336D2L EN LA EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY, JANGAS 2018", de los estudiantes CAMPOS PALACIOS YONER RAUL y AMADO ALBORNOZ LUIS ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **17%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender, la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 29 de Diciembre de 2018

  
.....  
Mg. Alfredo Daza Vergaray  
DNI: 40466240

Yo AMADO ALBORNOZ LUIS ANTONIO identificado con DNI N° 47068652  
egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de la Universidad César Vallejo,  
autorizo ( ☒ ) , No autorizo ( ☐ ) la divulgación y comunicación pública de mi  
trabajo de investigación titulado "PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LA EXCAVADORA CAT-336D2L EN LA  
EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY, JANGAS 2018" en el Repositorio Institucional  
de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto  
Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
FIRMA

DNI: 47068652

FECHA: 03 de Diciembre de 2018

Yo CAMPOS PALACIOS YONER RAUL identificado con DNI N° 45914574  
egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de la Universidad César Vallejo,  
autorizo ( X ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi  
trabajo de investigación titulado "PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LA EXCAVADORA CAT-336D2L EN LA  
EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY, JANGAS 2018" en el Repositorio Institucional  
de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto  
Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

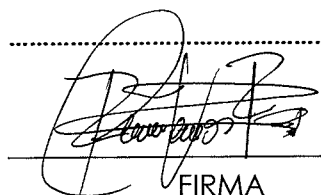
.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 45914574...

FECHA: 03 de Diciembre de 2018





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
E.P. INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

AMADO ALBORNOZ LUIS ANTONIO

INFORME TITULADO:

“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LA  
EXCAVADORA CAT-336D2L EN LA EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY, JANGAS 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: Lunes, 03 de Diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: Quince (15)

**Ms. RUTH M. QUILICHE CASTELLARES**  
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ING. INDUSTRIAL





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
E.P. INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CAMPOS PALACIOS YONER RAUL

INFORME TÍTULADO:

“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DE LA  
EXCAVADORA CAT-336D2L EN LA EMPRESA SEÑOR DE POMALLUCAY, JANGAS 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: Lunes, 03 de Diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: Quince (15)

**Ms. RUTH M. QUILICHE CASTELLARES**  
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ING. INDUSTRIAL

